

IRRTÜMER DER
RÖNTGENDIAGNOSTIK
UND
STRAHLENTHERAPIE

HERAUSGEGEBEN VON

PROFESSOR DR. R. GRASHBY

GEORG THIEME / LEIPZIG

d 26^I

jurk. L.O. —

|||||

Irrtümer der allgemeinen Diagnostik und Therapie sowie deren Verhütung

Bearbeitet von

Dr. Berven in Stockholm, Prof. Dr. Grashey in München, Priv.-Doz. Dr. Groedel in Frankfurt a. M., Prof. Dr. Haenisch in Hamburg, Priv.-Doz. Dr. Hohmann in München, Priv.-Doz. Dr. Hoffelder in Frankfurt a. M., Prof. Dr. Jesionek in Gießen, Priv.-Doz. Dr. Koch in Frankfurt a. M., Priv.-Doz. Dr. Lorenz in Hamburg, Prof. Dr. Lorey in Hamburg, Prof. Dr. Mann in Breslau, Dr. van Oordt in Bühlerhöhe bei Baden-Baden, Dr. med. et phil. Pincussen in Berlin, Prof. Dr. Reifferscheid in Göttingen, Prof. Rost in Freiburg i. B., Dr. Rothman in Gießen, Dr. Salzmann in Kissingen, Hofrat Prof. Dr. Schlesinger in Wien, Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Schloßmann in Düsseldorf, Dr. Sehgt in Göttingen, Prof. Dr. Schultz in Weißer Hirsch bei Dresden, Prof. Dr. Selter in Königsberg, Prof. Dr. Starkenstein in Prag, Prof. Dr. Strasser in Wien, Geh. San.-Rat Prof. Dr. Strauß in Berlin, Med.-Rat Dr. Zörkendörfer in Marienbad.

Herausgegeben von

Prof. Dr. J. Schwalbe

Geh. San.-Rat in Berlin

Viertes Heft

Irrtümer der Röntgendiagnostik und Strahlentherapie

unter Mitwirkung von Fachgenossen

redigiert von

Prof. Dr. R. Grashey

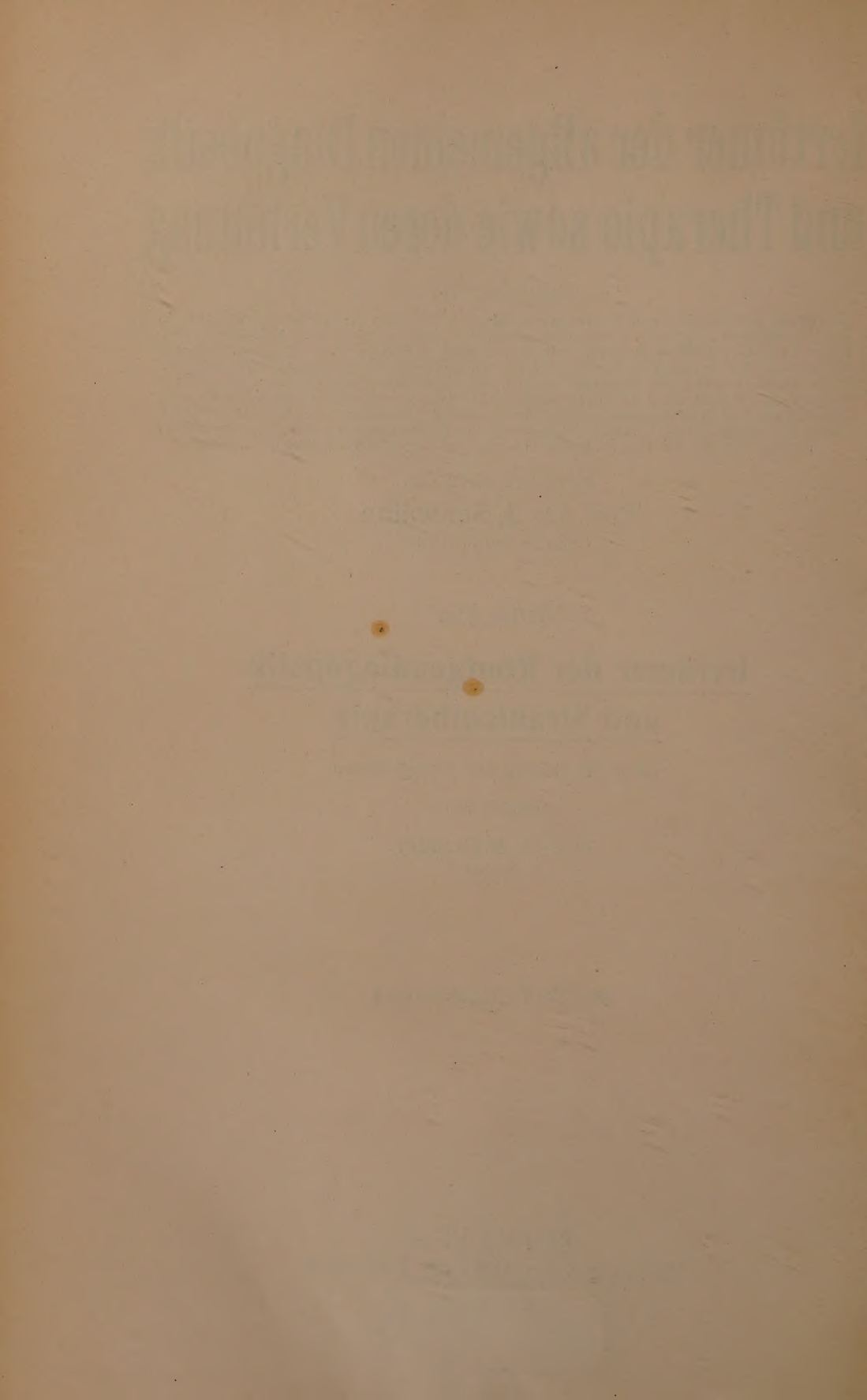
in München

Mit 259 Textabbildungen

Leipzig 1924

Verlag von Georg Thieme





Irrtümer der Röntgendiagnostik

Allgemeines

Von

Prof. Dr. **R. Grashey**

Knochen- u. Gelenkkrankheiten

Von

Prof. Dr. **R. Grashey**

Verdauungsorgane

Von

Priv.-Doz. Dr. **J. Lorenz**

lungen, Mediastinum u. Zwerchfell

Von

Prof. Dr. **A. Lorey**

Herz u. Gefäße

Von

Priv.-Doz. Dr. **F.M. Groedel**

Harnorgane

Von

Prof. Dr. **F. Haenisch**

Fremdkörper, Sondergebiete

Von

Prof. Dr. **R. Grashey**

Irrtümer der Röntgentherapie

Allgemeines

Von

Priv.-Doz. Dr. **H. Holfelder**

Chirurgie

Von

Priv.-Doz. Dr. **H. Holfelder**

Gynäkologie

Von

Prof. Dr. **K. Reifferscheid** u. Dr. **P. Schugt**

Hautkrankheiten

Von

Prof. Dr. **G.A. Rost**

Innere Krankheiten

Von

Dr. **F. Salzmann**

Irrtümer der Lichttherapie

Von

Prof. Dr. **A. Jesionek** u. Dr. **St. Rothman**

Irrtümer der Radiumtherapie

Von

Dr. **E. Berven**

Leipzig 1924

Verlag von Georg Thieme

BOSTON MEDICAL LIBRARY
IN THE
FRANCIS A. COUNTWAY
LIBRARY OF MEDICINE

Alle Rechte, auch das der Übersetzung
in die russische Sprache, vorbehalten.
Copyright 1924 by Georg Thieme, Leipzig, Germany.

Vorwort.

Der glückliche Gedanke des Herausgebers, die Irrtümer der Diagnostik und Therapie aufzuzeigen und den Lernbegierigen auf dem Umweg über den Irrtum auf den richtigen Weg zu führen, ist zweifellos auch für die Röntgenologie und Strahlenkunde fruchtbar und ersprießlich. Je jünger ein Zweig der Wissenschaft, desto zahlreicher und folgenschwerer sind die Irrtümer und desto notwendiger ist es daher, daß Erfahrene zeigen, wie es nicht gemacht werden darf. Nichts schadet dem Ansehen einer Untersuchungs- oder Behandlungsmethode mehr als Fehlschläge. Es ist betäubend, feststellen zu müssen, daß sehr viele Fehldiagnosen und strahlentherapeutische Schädigungen bei größerer Erfahrung und besserer Schulung sich hätten vermeiden lassen. Darum ist es geradezu Pflicht, „Cavete!“-Tafeln zu errichten und für deren weite Verbreitung zu sorgen.

Als ich den Gedanken Geheimrat Schwalbes aufnahm, erfreute ich mich alsbald der Zusage namhafter Mitarbeiter und so wurden zunächst die größeren, wichtigeren Gebiete der Röntgendiagnostik und Strahlentherapie in Angriff genommen. Wenn, wie wir hoffen, das Buch seinen Zweck erfüllt, dann sollen später auch die kleineren Sondergebiete vom Gesichtspunkte des Irrtums und Fehlers aus eingehender behandelt werden.

Mittersill, August 1924.

R. Grashey.

Druckfehlerberichtigung

Im Gesamt-Inhaltsverzeichnis auf Seite 4 sowie bei den linken Überschriften der Seiten 198—212 lies den Vornamen des Professor Dr. Haenisch nicht Feodor, sondern **Fedor**.

Gesamt-Inhaltsverzeichnis.

A. Irrtümer und Fehlerquellen der Röntgendiagnostik und deren Verhütung.		Seite
Allgemeines von Prof. Dr. Rudolf Grashey, München		5
Knochen- und Gelenkkrankheiten von Prof. Dr. Rudolf Grashey, München		17
Verdauungsorgane von Priv.-Doz. Dr. Johann Lorenz, Hamburg		41
Lungen, Mediastinum und Zwerchfell von Prof. Dr. Alexander Lorey, Hamburg		127
Herz und Gefäße von Priv.-Doz. Dr. Franz M. Groedel, Frankfurt a. M.		169
Harnorgane von Prof. Dr. Feodor Haenisch, Hamburg		195
Fremdkörper, Sondergebiete von Prof. Dr. Rudolf Grashey, München		213
 B. Irrtümer und Gefahren der Röntgentherapie und deren Verhütung.		
Allgemeines von Priv.-Doz. Dr. Hans Holfelder, Frankfurt a. M.		221
Chirurgische Erkrankungen von Priv.-Doz. Dr. Hans Holfelder, Frankfurt a. M.		311
Gynäkologische Erkrankungen von Prof. Dr. Karl Reifferscheid und Dr. P. Schugt, Göttingen		335
Hautkrankheiten von Prof. Dr. G. A. Rost, Freiburg i. B.		367
Innere Krankheiten von Dr. Fritz Salzmänn, Bad Kissingen		393
 C. Irrtümer der Lichttherapie		
von Prof. Dr. Albert Jesionek und Priv.-Doz. Dr. St. Rothman, Gießen		419
 D. Irrtümer der Radiumtherapie		
von Dr. E. Berven, Leitender Arzt der allgemeinen Abteilung des Radiumhemmet, Stockholm		443

Register.

A.

**Irrtümer u. Fehlerquellen der Röntgen-
diagnostik und deren Verhütung**

Allgemeines

Von

Professor Dr. **Rudolf Grashey**

Die Fehlerquellen für die Röntgendiagnostik entspringen auf dem ganzen Wege vom Entschlusse, eine Röntgenuntersuchung vorzunehmen, angefangen, bis zu dem Zeitpunkt, da die letzte praktische Schlußfolgerung aus dem Ergebnis dieser Untersuchung gezogen ist. Manche Irrtümer fallen einer fehlerhaften Anwendung des Hilfsmittels, einer falschen Durchleuchtungs- oder Aufnahmetechnik zur Last, noch häufiger wird der Röntgenbefund falsch gedeutet oder im Rahmen des gesamten Untersuchungsmaterials überschätzt, bisweilen auch unterschätzt.

Schon der Entschluß, eine Röntgenuntersuchung vorzunehmen, ist manchmal verfehlt, zum mindesten der Zeitpunkt im Krankheitsverlauf ungünstig gewählt. Wenn z. B. ein Kranker bestimmt weiß, daß er soeben eine Fischgräte verschluckt oder sich einen Holzsplitter eingezogen hat, so ist eine Röntgenuntersuchung ganz und gar aussichtslos. Akute Knochenentzündungen brauchen eine gewisse Zeit, bis sie röntgenologisch nachweisbare Veränderungen machen. Man wird also in frischen Fällen von vornherein mit einem negativen Plattenbefund rechnen müssen. Wer, um alle Untersuchungsmittel zu erschöpfen, bei jedem Fall von chronischen Kopfschmerzen Röntgenaufnahmen des Schädels macht, muß wissen, daß er nur in seltenen Fällen ein positives Ergebnis erwarten darf. Die Gefahr liegt darin, daß in solchen Fällen allzuleicht ein normales Bild des unendlich formenreichen Schädels gewaltsam pathologisch umgedeutet wird, ferner daß die übrigen Untersuchungsmethoden mehr oder weniger vernachlässigt werden. Findet man z. B. eine Supraorbitalneuralgie oder eine Refraktionsanomalie, so kann man sich eine Röntgenaufnahme zunächst wirklich sparen. Sie würde eher Verwirrung anrichten als vorwärts bringen.

Dieses Beispiel wurde namentlich auch deshalb gewählt, um darauf hinzuweisen, daß die Wahl des richtigen Zeitpunktes für die Röntgenuntersuchung im Laufe der Gesamtuntersuchung wichtig ist. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Röntgenuntersuchung erst dann einzusetzen hat, wenn alle diejenigen Methoden bereits erschöpft sind, welche einfacher, kürzer und zur Gewinnung der ersten Anhaltspunkte sicherer sind, vom Kostenpunkt ganz abgesehen. Dagegen wird man zeitraubende, für den Kranken beschwerliche Methoden dann zurückstellen, wenn ihre Ausbeute nicht wesentlich mehr verspricht als der Röntgenbefund. Auch ist zu berücksichtigen, daß die Röntgenuntersuchung desto fruchtbarer ist, je bestimmter die Fragestellung lautet, je genauer die Erkrankung bereits lokalisiert und je enger die Differentialdiagnose bereits begrenzt ist. Dann genügt nämlich oft eine einzige Aufnahme in bestimmter Richtung, während andernfalls eine ganze Reihe von Aufnahmen nötig wäre, die vielleicht alle nicht so klar und beweisend ausfallen wie die eine, bewußt auf den Krankheitsherd zielende Aufnahme.

Viele röntgenologische Irrtümer kommen also dadurch zustande, daß vorher ungenau untersucht wurde. Es läßt sich nicht leugnen, daß viele

junge Ärzte nicht mehr so gründlich wie früher untersuchen, weil sie im Röntgenbild alles gewissermaßen schwarz auf weiß zu erhalten glauben — anstatt im Röntgenbild eine Lehrmeisterin, ein Mittel zur fortgesetzten Prüfung ihres diagnostischen Könnens zu sehen, ebenso wie es die Autopsia in vivo et mortuo früher allein war und jetzt noch vorwiegend ist. Ein guter Diagnostiker wird nur derjenige, der es versteht, sich von der Röntgenuntersuchung mehr und mehr unabhängig zu machen, nicht in dem Sinne, daß er dem Röntgenbild nichts glaubt, was er nicht schon mit anderen Mitteln festgestellt hat, sondern in dem Sinne, daß er mit ganz bestimmten Erwartungen an den Röntgensschirm heranzutreten lernt und daß er von ihm in der Regel nur gewisse Einzelheiten noch hinzubekommt zu dem, was er schon mit anderen Mitteln ergründet hat.

Vom Röntgenologen ist andererseits zu verlangen, daß er die gewöhnlichen, rasch ausführbaren Untersuchungsmethoden beherrscht und auch anwendet. Sonst schadet er indirekt dem Ansehen des Röntgenverfahrens dadurch, daß er behilflich ist, die ungenügenden oder falschen Diagnosen überhaupt zu vermehren, da eben dem Röntgenbefund allzuleicht eine entscheidende verantwortliche Rolle zugeschoben wird. Es wird dem zuweisenden Arzte nur dienen, wenn er ihm mitteilt, der Röntgenbefund sei zwar negativ, er habe aber außerdem diesen oder jenen Befund erhoben, z. B. rheumatische Muskel-druckpunkte bei einem Kranken, der mit Schmerzen zwischen den Schulter-blättern beim tiefen Atmen den Verdacht auf Lungenerkrankung erweckt hatte, wie dies nicht selten vorkommt, oder er habe bei dem Kranken mit „Magenschmerzen“ eine Hernia epigastrica gefühlt.

Auf fehlerhafter Technik beruht eine große Anzahl röntgenologischer Irrtümer. Bei ungeschickter Anwendung der Strahlen kommt ein krankhafter Befund entweder gar nicht oder so unvollkommen zur Darstellung, daß seine klinische Bedeutung unrichtig eingeschätzt wird. Zunächst ist hervorzuheben, daß manche Befunde mit der einfachen Durchleuchtung genauer, deutlicher zu erbeben sind als mit der Aufnahme, während in anderen Fällen erst die letztere den krankhaften Befund aufdeckt oder seine Einzelheiten zur Anschauung bringt. So ist es ein vergebliches Beginnen, eine klinisch vermutete Knochenfissur oder eine eben beginnende Kallusbildung oder Knocheneinschmelzung auf dem Leuchtschirm zu suchen, während wir Bewegungsvorgänge wie den Schluckakt oder die Magentätigkeit oder die Herzarbeit nur auf dem Schirm richtig studieren können. Feinere Einzelheiten der Form dieser bewegten Organe bleiben dagegen wieder einer bei entsprechend kurzer Expositionszeit hergestellten Platte vorbehalten, z. B. kleine Duodenalnischen. Die allgemeine Regel lautet, daß man sich erst auf dem Schirmbild allgemein orientieren soll, um sich dabei diejenigen Punkte herauszusuchen, die man mittels Aufnahme zwecks genaueren Studiums festhalten will, wobei man auch über die zweckmäßigste Einstellung, d. h. Strahlenrichtung, sofort ins Klare kommt. Unterlassen wird man die orientierende Vordurchleuchtung nur dann, wenn es sich bestimmt um Veränderungen handelt, welche auf dem weniger scharf zeichnenden Schirm nicht sichtbar sind oder welche durch die gewöhnliche klinische Untersuchung in ihren gröberen Umrissen schon genügend klar erkannt wurden.

Sowohl für die Durchleuchtung wie für die Aufnahme ist es nötig, daß die

Strahlen im kranken Gebiet genügend gesiebt, d. h. teilweise absorbiert werden. Die Strahlenqualität muß also dem als krank angesprochenen Gewebe angepaßt werden. Bei zu harter Strahlung wird man auf dem Schirm geschwellte, weiche kindliche Hilusdrüsen oder auch kleine Bariumflecken in Ulkuspneumonien usw. übersehen. Ein überlichtetes Handbild zeigt keinerlei Weichteildifferenzierung. Mancher Durchleuchtungsbefund ist deshalb negativ oder ungenügend, weil der Untersucher nicht genügend dunkeladaptiert ist oder weil die Sekundärstrahlen massiger Körperteile stören. Erst wenn diese durch Kompression der Weichteile sowie durch Abblendung teilweise ausgeschaltet sind, kommen die Einzelheiten des Bildes mit erwünschter Deutlichkeit zur Anschauung. Für jedes Bild, welches einen krankhaften Befund zeigen soll, gibt es meist nur eine einzige Strahlenrichtung, in welcher dieser Befund am deutlichsten und übersichtlichsten zur Darstellung kommt. Diese günstigste Projektion ist zu ermitteln durch vorherige Durchleuchtung oder auf Grund der klinischen Untersuchung. Je weiter die Erkenntnis von Lage und Ausdehnung des Krankheitsherdes bereits gediehen ist, desto eher können wir nach den Gesetzen der Perspektive und aus der Erfahrung heraus die günstigste Einstellung ermitteln, z. B. für einen Knochenbruch in unübersichtlichem Gebiet (oberste Halswirbel, äußerer Knöchel schräg seitlich) oder für einen Tumor an der Kardia. In zweifelhaften Fällen sind mehrere Aufnahmen nötig, bzw. ermuntert die erste Aufnahme mit unsicherem Befund dazu, noch eine oder mehrere Aufnahmen anzuschließen, woraus die Bedeutung der Regel erhellt, daß man den Kranken warten lassen soll, bis die Röntgenuntersuchung endgültig abgeschlossen ist. Manche Diagnose bleibt falsch oder ungenügend, weil der bei genauer Betrachtung des Bildes entstehende Wunsch nach weiteren Aufnahmen — bzw. nach nochmaligem Vergleich mit dem klinischen Befund — aus äußeren Gründen nicht mehr ausführbar ist. Oft gibt auch die auf Grund des ersten Bildes in bestimmter Richtung ergänzte Anamnese den Fingerzeig für die zweckmäßige Ergänzung des Röntgenbefundes. In anderen Fällen entstehen Zweifel, ob die sichtbare krankheitsverdächtige Stelle wirklich dem Schmerzpunkt oder einer gefühlten Verdickung entspricht. Hat man keinen Anhaltspunkt an vorher aufgelegten Marken, die sich mit abbildeten, so ist noch eine weitere Aufnahme mit Marke, z. B. eingeführter Sonde, nötig.

Mancher Befund ist deshalb unklar oder irreführend, weil der Kranke nicht entsprechend vorbereitet war (Entleerung; Abwaschen von schattengebenden Pflastern u. a.).

Durch Verwechslung der Seiten (links, rechts, medial, lateral) können sehr unangenehme Fehldiagnosen entstehen. So wurde bei einem Knaben, bei welchem ein Auge durch Schuß erblindet war, beinahe übersehen, daß das sichtbare Projektil in der Orbita des nicht geschädigten anderen Auges lag. Legt man grundsätzlich auf die kranke oder verdächtige Seite einen Metallbuchstaben auf, so ist ein solcher Irrtum beinahe ausgeschlossen. (Dem Leichtsinnigen wird es freilich trotzdem noch gelingen, den falschen Buchstaben zu nehmen!)

Verstärkungsschirme sind eine häufige Quelle von Irrtümern, da sie mit der Zeit kleine schadhafte Stellen bekommen, welche sich mit abbilden. Auch Flecken in oder auf den Films und Platten kommen vor, teils infolge

Materialfehlers, teils infolge chemischer Veränderungen bei zu langer oder unzweckmäßiger Aufbewahrung, teils infolge falscher Behandlung bei den photographischen Arbeiten. Dem geübten Auge verraten sich solche Fehler meist schon durch ihren Formcharakter; in Zweifelsfällen ist die Platte in Aufsicht genau zu betrachten. Hie und da muß eine Aufnahme sogar wiederholt werden, um Zweifel zu beseitigen. Zu erwähnen wären noch Fremdkörperschatten, welche von der Kleidung, von zwischengelegten Polstern herrühren; ferner die den Anfänger überraschenden Schatten herabhängender Zöpfe, die Schatten von Zahnplomben, Glasaugen, Jodoform- und Jodipindepots im Körper, dann die Blitzfiguren auf Röntgenplatten und ähnliches. Daß mancher krankhafte Befund nur dann sichtbar ist, wenn das durch die Platte fallende Licht genau der Plattendichte angepaßt ist, führt zur Forderung von Schaukästen mit abstufbarer Lichtquelle. Es ist unglaublich, bei wie schlechtem Licht Röntgenplatten manchmal betrachtet, hinsichtlich ihrer Güte kritisiert und diagnostisch erledigt werden, z. B. in Krankenzimmern bei hereinbrechender Dunkelheit, oder im lichtüberfluteten Operationssaal. Wer regelmäßig Röntgenplatten zur Abfassung von Krankengeschichten, Gutachten usw. betrachten muß, bedient sich am zweckmäßigsten eines sogen. Retuschierpultes, wie es jeder Photograph benutzt. Hier wird das Tageslicht oder das Licht einer an geeignetem Platze aufgestellten matten Glühlampe mittels Planspiegels durch die Röntgenplatte hindurchgeleitet.

Es ist hier nicht der Ort, auf die Einzelheiten der Röntgentechnik einzugehen. Es sei aber ganz allgemein hervorgehoben, daß, je besser die technische Einrichtung ist, je sorgfältiger der kranke Körperteil gelagert, fixiert, eingestellt und belichtet wird, je aufmerksamer in der Dunkelkammer gearbeitet wird, desto brauchbarer und fruchtbarer der Befund für die Diagnose ist und desto leichter Fehler und Irrtümer vermieden werden, und zwar nicht nur solche, welche im technischen Vorgange der Entstehung des Plattenbildes begründet sind, sondern auch solche, welche auf verfehlter Anlage der ganzen Untersuchung beruhen, wobei also das Röntgenverfahren in der Hand des betreffenden Arztes nicht das gibt und leistet, was es eigentlich leisten könnte.

Wo mit guter Einrichtung, technisch gut geschultem Personal unter fachkundiger ärztlicher Leitung gearbeitet wird, liegen die Quellen der Irrtümer hauptsächlich auf einem anderen Gebiete: das technisch einwandfreie Röntgenbild oder der Leuchtschirmbefund werden falsch gedeutet.

Dem Worte „deuten“ haftet leider schon etwas Persönlich-Willkürliches an. Man denkt, wenn schon nicht an Chiromantie, so doch daran, daß mehrere Ärzte vor dem Röntgenbild stehen und daß der eine den Befund so, der andere anders deutet (was manchmal vorkommen soll), also mehr gefühlsmäßig wertet, weil eben das Röntgenbild gleichsam mit unbekannten Dingen behaftet ist, welche verschiedene Deutungen zulassen. Viel zweckmäßiger wäre, wenn ein Fremdwort erlaubt ist, das Wort „analysieren“, womit wir den Begriff des exakten Ergründens verbinden. Es gibt auch falsche chemische Analysen, und andererseits darf man behaupten, daß derjenige Röntgenologe, welcher mit genügender Erfahrung und strenger Kritik an die „Analyse“ eines Röntgenbildes herangeht, der seinen Befund ergründen und nicht erraten will und nicht mehr sagt, als er verantworten und wissenschaftlich belegen und beweisen kann, selten eine glatte Fehldiagnose stellt.

Je genauer und bestimmter die Röntgendiagnose lautet, desto größer ist natürlich die Möglichkeit eines Irrtums. Dabei besteht freilich ein großer Unterschied, ob der Röntgenbefund nur den Schlußpunkt einer schon weit gediehenen klinischen Diagnose bildet oder ob der Röntgendiagnose die hauptsächliche Verantwortung für die Gesamtdiagnose zukommt. Der Röntgenologe wird sich vielleicht bestimmter ausdrücken, wenn er weiß, daß die Diagnose schon anderweitig gesichert ist. Das soll eigentlich nicht sein, und hier muß grundsätzlich einiges gesagt werden. Die Röntgendiagnose muß möglichst auf eigenen Füßen stehen, etwa wie die Diagnose auf Grund eines histologischen oder eines Urinbefundes. Es muß unterschieden werden zwischen der möglichst genau abzufassenden Beschreibung des Röntgenbefundes und den daraus abzuleitenden Schlußfolgerungen hinsichtlich ihrer nosologischen, ätiologischen und prognostischen Bedeutung. Beschränkt sich der Röntgenologe lediglich auf das, was er dem Röntgenbefund unmittelbar entnehmen kann, so wird seine Diagnose oft sehr unbestimmt lauten, es wird eine Wahrscheinlichkeitsdiagnose sein, deren Prozentgehalt sich oft genau ausdrücken läßt, oder es wird eine Differentialdiagnose herauskommen, welche mehrere bestimmt anzugebende Möglichkeiten offen läßt. Er betrachtet z. B. eine Aufnahme der Lendengegend, ohne vom Kranken etwas zu wissen. Er beschreibt die Form, Größe der Wirbel, ihre Lage zueinander, ihre Struktur, ihren Kalkgehalt, das Verhältnis des 5. L.-W. zum Kreuzbein (Sakralisation?), etwaige Andeutung von Spaltbildung; dann folgt die Angabe, welche Weichteile sichtbar sind, ob ihre Form und Lage normal ist (Psoas, Niere), ob konkrementverdächtige Schatten vorhanden sind (Lage, Form, Größe, Struktur, Lokalisation soweit möglich bzw. wahrscheinlich); ob ein Fremdkörperschatten sichtbar ist; ob irgendwelche Anzeichen für eine Kontinuitätsstauung, Verletzung vorliegen. Dazu gehört noch die genaue Umgrenzung des Bildes, d. h. Angabe, wie viele Wirbel, Rippen usw. abgebildet sind und in welcher Richtung das Bild aufgenommen wurde, nötigenfalls auch eine Bemerkung, auf welchen Punkt eingestellt war; Vermerk, wenn etwa das Becken wegen Hüftgelenksankylose, Lordose usw. nicht gerade wie ein normales Becken auf der Platte lag; wenn Marken auf Schmerzpunkte aufgelegt waren und ähnliches. Man sieht also bereits, daß der Beurteiler des Bildes über die technischen Einzelheiten, wie das Bild zustande kam, genau unterrichtet sein muß. Er haftet auch dafür, daß nicht etwa ein Platten- oder Entwicklungsfehler oder Verstärkungsschirmfehler auf dem Bilde sich in irgendeiner Weise störend bemerkbar macht bzw. daß dieser richtig erkannt und als solcher gekennzeichnet wird. Ist das Bild technisch unvollkommen, konnte aber aus besonderen Gründen nicht wiederholt und verbessert werden, so ist dies ebenfalls im Befund zu vermerken, weil damit zugleich ausgedrückt ist, daß die negative Beweiskraft des Bildes entsprechend eingeschränkt ist.

Wenn dieser Befund erhoben ist, dann soll der behandelnde Arzt gehört werden. Er wird gewisse Fragen stellen, z. B. bis zu welcher Größe herab ein Konkrement, ein Knochenherd auszuschließen ist, ob durch weitere Aufnahmen eine Förderung zu erwarten ist, vielleicht durch eine Wiederholung nach einiger Zeit. Wurde vom Röntgenologen eine bestimmte Differentialdiagnose ausgesprochen und der Kliniker verneint die eine Möglichkeit auf Grund der Anamnese und Untersuchung ganz entschieden, dann bleibt die andere Diagnose als

sichere, einzige übrig. Man wird sie auf dem Protokoll vermerken, aber die sonstigen Stützen dieser endgültigen Diagnose anführen; denn in Zukunft wird man bei gleichem Röntgenbefund auch nur wieder die Differentialdiagnose aussprechen können.

Bei dieser Art des Zusammenarbeitens werden Irrtümer am sichersten vermieden, das Röntgenverfahren wird voll ausgenutzt und doch nicht diagnostisch überlastet.

Nun wurde aber oben bemerkt, daß der Röntgenologe schon wissen soll, um was es sich wahrscheinlich handelt, ehe er seine Untersuchung beginnt, weil er dann zweckmäßiger einstellen und auf den Krankheitsherd „zielen“ kann. Wenn er dies tut, den Kranken auch untersucht und befragt, dann steht er allerdings nicht mehr ganz objektiv dem Röntgenbefund gegenüber. Er kann dies aber durch entsprechende Selbstkritik einigermaßen ausgleichen, indem er sich selbst immer wieder einredet, den Röntgenbefund so abzufassen, wie wenn er vom Kranken nichts weiter wüßte, und wenn er jedenfalls seine Schlußfolgerungen zunächst streng auf dem Röntgenbefund allein aufbaut, um dann etwa beizufügen, wie sich die Röntgendiagnose im Rahmen des sonstigen Untersuchungsbefundes zu stellen hat, insbesondere wenn Widersprüche vorhanden sind. Er wird Gelegenheit suchen, an älteren oder fremden Platten die rein röntgenologische Diagnostik zu üben. In der Praxis sind je nach den örtlichen Verhältnissen gewisse Zugeständnisse unvermeidlich, z. B. wird man in einem großen Betriebe die sog. glatten Fälle nicht mit romanhaft umständlichen schriftlichen Befunden ausstatten mit Aufzählung aller möglichen Dinge, die bei bestimmter Fragestellung gar nicht in Betracht kommen.

Das Zusammenarbeiten mit dem behandelnden Arzt ist, wie gesagt, außerordentlich fruchtbar, auch für den Röntgenologen. Beide Teile lernen voneinander. Der rein bürokratische Zettelverkehr ist die Quelle vieler röntgenologischer Irrtümer oder wenigstens unzulänglicher Befunde, sowohl für den einzelnen Fall als im ganzen genommen. Bei gemeinsamer Besprechung wird auch eher verhindert, daß die Platte, nachdem sie das Röntgeninstitut verlassen hat, noch allen möglichen Deutungen durch Unerfahrene ausgesetzt ist, was trotz beiliegenden Befundes immer noch möglich wäre. Bei gemeinsamer Durchleuchtung ist es zweckmäßig, wenn der dieselbe leitende Arzt vom Befund zunächst nichts weiß (z. B. welche Lungenspitze verdächtig ist), aber gleich nach Abgabe seines Urteils vom klinischen Befund erfährt, um ihn noch während der Durchleuchtung nochmals zu überprüfen.

Die negativen Fehldiagnosen sind häufig, wenn man darunter die negativen Röntgenbefunde versteht in Fällen, in denen sicher ein krankhafter Befund vorliegt. Zur wirklichen Fehldiagnose kommt es jedoch erst dann, wenn ein krankhafter Befund, der in anderen Fällen oder bei demselben Kranken mit besserer Technik nachweisbar ist, im Röntgenbefund in Abrede gestellt oder vom behandelnden Arzt in fälschlicher Überschätzung des Röntgenbildes als in negativem Sinne beweiskräftig angesehen wird. Dem kann der Röntgenbefund häufig vorbeugen, indem er z. B. lautet: „Im Bereich der von der Kontusion betroffenen unteren rechten Rippen ist eine Fraktur nicht zu sehen, aber wegen der Überschattung durch die Leber nicht auszuschließen. Jedenfalls besteht keine Dislokation“; oder „Im Ösophagus ist ein Fremdkörper bei der Durchleuchtung nicht sichtbar, ein verschlucktes dünneres Knochenstück jedoch nicht

auszuschließen, Ösophagoskopie daher ratsam, jedenfalls bei Fortdauer der geäußerten Beschwerden“; oder „im Bereich der Lungen keine älteren Verdichtungen“, wobei man daran zu denken hat, daß frische Veränderungen sogar bei Hämoptoe vermißt werden können.

Wenn trotzdem noch Irrtümer im Bereich der negativen Röntgenbefunde vorkommen, so sind sie auf die schon erwähnten Fehler zu beziehen, daß vorher ungenügend untersucht oder mit ungenügender Technik verfahren wurde bzw. daß diese technischen Mängel bei der Durchleuchtung oder bei Betrachtung der Bilder nicht erkannt wurden, der Befund also so gewertet wurde, wie er bei vollendeter Technik allein Geltung haben kann. Die Behauptung, daß ein schlechtes Röntgenbild, eben wegen des Ausbleibens wichtiger und erwarteter Ergebnisse, schlechter ist als gar keines, ist nicht übertrieben.

Der Fall, daß ein positiver Röntgenbefund in seiner Bedeutung überschätzt wird, ist nicht so häufig, aber dann bedenklich, wenn er zu einer falschen Behandlung, zu einer überflüssigen Operation usw. Veranlassung gibt. So wird die Dislokation von Knochenbrüchen durch das Röntgenbild nicht selten in dem Sinne übertrieben, als man sich mit einer idealen Adaption der Bruchstücke zu sehr abmüht auf Kosten der Weichteile. Ferner wurde z. B. der Befund einer mit Kontrastbrei vorübergehend gefüllten Appendix, die Durchlässigkeit der Ileozökalklappe bei Rektaleinlauf (unter zu hohem Druck) in seiner Bedeutung überwertet. Ähnliches gilt für Hilusdrüsenpakete und anderes.

Um ein Röntgenbild richtig zu beurteilen, muß man alle physikalischen Verhältnisse genau kennen, welche beim Zustandekommen des Bildes eine Rolle spielen, also den Gang der Strahlen, die Lage des Röhrenfokus zu den einzelnen Objektteilen und zur Platte, die Entfernung der Objektpunkte von Schirm und Platte, also die Projektionsverhältnisse. Jedes Röntgenbild ist verzeichnet, im ganzen ungleichmäßig vergrößert. Manche Knochen oder Teile von solchen erscheinen verdickt, verlängert oder verkürzt, Winkel vergrößert. Symmetrische Körperteile, z. B. die beiden Beckenhälften, erscheinen asymmetrisch, wenn das Becken nicht gerade lag und nicht genau auf die Medianebene eingestellt wurde. Die Sella turcica wird ganz falsch beurteilt, wenn sie schief projiziert wurde, Gelenklinien werden deformiert bei schräger Einstellung, z. B. wegen Kontraktur. Vor manchen Fehlschlüssen kann man sich dadurch bewahren, daß man sich in der Regel streng an typische Einstellungen entsprechend den Hauptebenen des Körpers hält. Ist man ausnahmsweise genötigt, z. B. einen Gesichtsschädel schräg zu projizieren, so wachsen die Schwierigkeiten der Entwirrung all der vielen sich überschneidenden Konturen sehr bedeutend. Die meisten Fehler wurden früher hinsichtlich der Lokalisation von Fremdkörpern gemacht, bis diese auf exakte mathematische Grundlagen gestellt wurde. Hier gilt der Grundsatz, zuerst ausgiebig die Durchleuchtung anzuwenden und erst dann, wenn diese nicht zum Ziele führt oder wenn Einzelheiten festgelegt werden sollen, die nötige Anzahl von Aufnahmen zu machen, wobei das stereoskopische Verfahren manchmal nicht entbehrt werden kann. Der „dritten Dimension“ kommt man jedenfalls mit der Durchleuchtung viel rascher bei — auch bei manchen Knochenbrüchen — als mit zwei Aufnahmen in senkrecht zueinander verlaufenden Richtungen.

Oft wird ein völlig normaler Röntgenbefund irrtümlich für krankhaft gehalten. Am häufigsten geben zu Täuschungen Anlaß die sog. überzähligen

Skelettstücke und andere Varietäten, wie überzählige Nähte, ferner die selbständig angelegten Knochenkerne von Apophysen, namentlich die später auftretenden. Hier muß auf die einschlägigen Atlanten verwiesen werden. Die Zahl dieser diagnostischen Klippen ist groß. Das Studium des normalen Befundes muß überhaupt systematisch und gründlich betrieben werden. Wie oft werden Unregelmäßigkeiten der so vielgestaltigen Knochen des Schädeldaches für krankhaft gehalten, ferner Spaltbildungen (z. B. in der Patella), sog. Spornbildungen, normale Rauigkeiten der Knochenkonturen (Canales, nutricii, Kompaktainseln in der Spongiosastruktur. Auch Weichteilalten, die sich in den Knochen hineinprojizieren, können verkannt werden. Die physiologischen Verknöcherungen der Kehlknorpel sind öfters als Fremdkörper angesehen worden, Rippenknorpelverkalkungen als Lungenverdichtungen. Der Unerfahrene, Unkritische diagnostiziert eine Menge Gastro- und Enteroptosen, Kolospasmen usw., wo ganz normale Verhältnisse vorliegen.

In anderen Fällen wird ein krankhafter, aber zunächst harmloser Befund irrtümlich für etwas anderes gehalten. Ein Beispiel hierfür sind die zahlreichen Verkalkungen, welche fälschlich als Ureter- oder Blasensteine gedeutet werden, insbesondere die Phlebolithen im Becken und verkalkte Mesenterialdrüsen. Gelegentlich werden auch kleine, die Hautoberfläche überragende Geschwülste, wie Warzen und Fibrome, wenn sie auf der Platte liegend sich abbilden, auf Verdichtungen der inneren Organe bezogen. Davor schützt man sich, wenn man die wichtige Regel befolgt, die Haut im ganzen zu durchleuchtenden Gebiet vorher genau anzusehen.

Entschuldbarer ist oft der Irrtum, daß ein latenter krankhafter Befund, der auf der Röntgenplatte erscheint, fälschlich als der Sitz der geklagten Beschwerden angesehen wird, während der wirkliche Sitz eine gleichzeitige andere Erkrankung ist, die aber keine röntgenologischen Merkmale gibt. So muß die so häufig ohne jegliche Beschwerden einhergehende Arthritis deformans für manches andere herhalten, was eine sorgfältige klinische Untersuchung dann schließlich doch noch aufdeckt. Es wird z. B. am Kniegelenk die Meniskusverletzung übersehen, die nebensächliche leichte Arthritis deformans aber in den Vordergrund gerückt. Ähnlich ist es mit der Spina bifida.

Manchmal wird ein bei genauem Zusehen erkennbarer krankhafter Befund im Röntgenbild übersehen, z. B. eine seitliche Ellbogengelenkluxation, wenn im Schirmverband nur die seitliche Aufnahme möglich war, oder eine Lunatumluxation, wenn man die Handwurzelknochen nicht der Reihe nach genau ansieht. Hier fehlt es dann übrigens meist auch an der sorgfältigen klinischen Untersuchung. Mancher Irrtum ließe sich vermeiden, wenn man noch mehrere Aufnahmen in verschiedenen Richtungen machen würde oder eine größere Platte nehmen würde. Bisweilen sieht man sehr schön eine Fraktur einer Diaphyse und dicht am Rande der Platte noch einen Teil einer zweiten Fraktur desselben oder des Nachbarknochens (Fibula).

Ein häufiger Fehler wird dadurch begangen, daß eine Röntgendiagnose zu bestimmt ausgesprochen wird, z. B. Gelenktuberkulose, Knochengumma, Miliartuberkulose der Lungen u. a. Die Differentialdiagnose muß stets im Auge behalten werden, der Wahrscheinlichkeitsgrad für das eine oder andere bezeichnet werden. Die Entscheidung wird dann meistens durch die übrigen Untersuchungsmethoden nähergerückt. Nicht selten hat der Röntgenologe

Veranlassung, bestimmte Vorschläge in dieser Beziehung zu machen, z. B. die Wassermannsche Probe oder eine Probepunktion zu empfehlen.

Manche krankhaften Röntgenbefunde werden aus Mangel an Erfahrung falsch ausgelegt, d. h. es werden Fehler gemacht, die früher infolge ungenügender pathologisch-anatomischer Überprüfung immer gemacht wurden, jetzt aber entsprechend unseren fortgeschrittenen Kenntnissen vermeidbar sind. So hat man früher die Periarthritis humeroscapularis im Röntgenbild eben nicht erkannt und für Knochenabspaltungen gehalten; das dürfte aber heutigen Tages eigentlich nicht mehr vorkommen. Ähnlich ist es mit den Köhlerschen Krankheiten, der Schlatterschen Krankheit und anderen.

Das Gesagte mag genügen, um zu zeigen, daß die Fehlerquellen für die Röntgendiagnostik sehr zahlreich und sehr vielseitig sind und daß eingehendes Sonderstudium nötig ist, um sie zu vermeiden. So genügt das gewöhnliche Maß von anatomischen Kenntnissen keineswegs, um das Röntgenbild der einzelnen Körperteile richtig zu verstehen, man muß vielmehr das Normalbild der Organe vom Säuglings- bis ins Greisenalter hinauf verfolgen und genau unterscheiden lernen zwischen Normalform und ihren Varianten, zwischen Abnutzungsformen, Alterserscheinungen und echten Krankheitserscheinungen. Kaum wird ein neues diagnostisches Gebiet erschlossen oder weiter ausgebaut, eine neue Untersuchungstechnik ersonnen, so gilt es wieder von neuem, die normale Form in allen möglichen Projektionen zu studieren. So mußte mit Einführung des Pneumoperitoneums erst in ausgiebiger Weise das normale Bild mit seinen vielen Formschwankungen an zahlreichen Beispielen erforscht werden, um nicht harmlose Befunde für krankhaft zu halten, was oft genug geschehen ist. Mit der Enzephalographie ging es genau ebenso.

Je mehr Röntgenbefunde der einzelne Arzt sieht, desto sicherer wird er zwar gegenüber vielen gut gekennzeichneten Befunden, desto vorsichtiger wird er aber auch im allgemeinen. Der sicherste Weg, die Fehler zu vermeiden zu lernen, ist bekanntlich, sie zu machen und durch die dann am Krankenbett, im Operations- und Sezierraum erfolgenden Richtigstellungen sich belehren zu lassen. Das geht aber auf Kosten der Kranken und zum Schaden des Ansehens der Röntgendiagnostik. Der richtigere Weg ist daher der eines systematischen Unterrichts, der leider aus verschiedenen, leicht zu erratenden Gründen viel zu wünschen übrig läßt. Insbesondere wäre es nötig, da beinahe jeder Arzt in seiner Praxis Röntgenuntersuchungen zu veranlassen und gelegentlich Röntgenbefunde selbständig zu würdigen und praktisch zu verwerten hat, schon dem Studierenden oder doch dem Praktikanten bequeme und ausgiebige Gelegenheit zu geben, sich über die Grundbegriffe der Röntgentechnik und über den Umfang, aber auch über die Grenzen der Röntgendiagnostik vollkommen klar zu werden und ihm die vielen Fehlerquellen an eindrucksvollen Beispielen zu zeigen, damit er dazu erzogen wird, mit Vorsicht an die Auswertung von Röntgenbefunden heranzugehen, sich nur auf wirklich gründlich Erlerntes oder durch genügende eigene Erfahrung Erkanntes zu verlassen und überall, wo er keinen sicheren Boden mehr unter den Füßen fühlt, nicht auf gut Glück zu „schwimmen“, sondern sich genauer umzusehen und den Rat erfahrener Kollegen einzuholen.

Irrtümer der Röntgendiagnostik der Knochen- und Gelenkkrankheiten

Von

Professor Dr. **Rudolf Grashey**

Mit 19 Textabbildungen

Beginnen wir mit den **Verletzungen** der Knochen und Gelenke. Hierbei spielt das Röntgenbild die größte, leider nicht immer einwandfreie Rolle. Der Umstand, daß es im wesentlichen nur Knochenveränderungen und Gelenkbeschädigungen erkennen läßt, bringt es mit sich, daß diesen im Vergleich zu den Weichteilen eine zu wichtige Rolle zugesprochen wird. Zeigt das Röntgenogramm eine Fraktur, so wird die Frage der Weichteilschädigung leicht als zu nebensächlich angesehen, während bei negativem Röntgenbefund die Verletzung oft in ihrer Bedeutung unterschätzt wird, ganz abgesehen davon, daß eine ganze Reihe von Knochen- und Gelenkschädigungen auch auf den allerbesten Röntgenbildern verborgen bleiben können. Tatsächlich ist es doch so, daß eine schwere Gelenkkontusion oder Distorsion, die in der Regel auf dem Röntgenbild weder anfangs noch später eine Spur hinterläßt — abgesehen vielleicht von der schon diagnostizierten Weichteilschwellung und der später zu erwartenden Knochenatrophie —, viel stärkere und nachhaltigere Funktionsstörungen, Ernährungsstörungen, Gewebeschädigungen mit sich bringt als ein subkutaner Knochenbruch ohne Verschiebung und ohne stärkere Weichteilquetschung. Wer also aus dem Röntgenbefund gleich eine Prognose stellen will, kann sich sehr irren, wenn er den Kranken nicht ganz genau untersucht hat. Er wird wohl sagen können, daß z. B. bei der geringen Verschiebung eines Knochenbruchs, bei Fehlen einer Gelenkfraktur usw. eine glatte Knochenheilung in einer gewissen Zeit zu erwarten ist und daß das funktionelle Resultat, soweit es vom Knochen allein abhängt, gut werden dürfte. Er wird sich aber bewußt bleiben und dies auch aussprechen, daß die Beurteilung der Weichteile für die gesamte Prognosestellung mindestens ebenso wichtig ist. Das gleiche gilt natürlich für die Therapie. Man kann wohl verstehen, wenn der Laie erleichtert aufatmet, sobald er vom Röntgenologen das seiner Meinung nach entscheidende Wort hört, es sei nichts gebrochen. Man muß sich aber zuweilen über Ärzte wundern, welche also folgern: „Also kein Knöchelbruch? Nun, dann kann der Mann ja ruhig herumlaufen.“ Die Folge ist natürlich eine chronische oder doch verlängerte Weichteilschwellung, vielleicht auch Senkung des Fußgewölbes, Zunahme bestehender Varikositäten usw.

Frakturen werden gar nicht selten übersehen, in erster Linie natürlich subperiostale, eingekeilte, für die Projektion ungünstig liegende Brüche; dann bei mangelhafter Technik, wenn der Verletzte nicht absolut ruhig gelagert war usw. Früher wurden viel mehr Frakturen übersehen als heutigentags. Man hat allmählich erkannt, daß bestimmte, versteckt liegende Knochenbrüche nur mit besonderer Technik, d. h. einer oder mehreren Aufnahmen in ganz bestimmten, vom gewohnten Typus abweichenden Projektionsrichtungen „herausgeholt“ werden können. Je genauer der Verletzte untersucht wurde, desto eher kann man denselben so lagern, daß die Röntgenaufnahme den Bruch schön zeigt. Gerne übersehen werden auf Röntgenbildern die Schrägbrüche des äußeren

Knöchels, Brüche der hinteren Tibiagelenkkante, Abquetschungen an Fußwurzelknochen, Metatarsal- und Zehenbrüche ohne Verschiebung, subperiostale Tibiabrüche (Stoß beim Fußballspiel), Absprengungen der Tubercula intercondyloidea, Trochanterfrakturen, subkapitale Schenkelhalsbrüche, Beckenbrüche ohne Verschiebung, Wirbelkörperbrüche ohne Formveränderung, Abbrüche der Fortsätze, Brüche der Schädelbasis und des Gesichtsschädels, Brüche des Schlüsselbeines oder des Schulterblattes ohne Dislokation, eingekeilte Humeruskopfbrüche, Frakturen des Radiusköpfchens, Abriß des Proc. coronoideus ulnae, Brüche des Proc. styl. radii sowie einzelner Handwurzelknochen, Metakarpalbasen, Absprengungen an Fingergelenken; schließlich Rippenbrüche, insbesondere in den von der Leber überschatteten Abschnitten.

Die genannten Brüche kommen oft überhaupt nur bei sehr guter Technik zur Darstellung und werden auch dann nur von einem diagnostisch geschulten Auge erkannt. Manche sind auch auf allerbesten Bildern nicht erkennbar, z. B. manche nur auf die Schädelbasis beschränkte Verletzungen, ferner solche der obersten Brustwirbel u. a.

Viele der genannten Brüche sind bei sorgfältiger klinischer Untersuchung mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu vermuten, und da der Grundsatz, im Zweifelsfall als Fraktur zu behandeln, allgemeine Geltung hat, so wird bei entsprechender Vorsicht nichts versäumt zu Lasten des negativen Röntgenbefundes.

Man darf auch annehmen, daß durch ein Trauma Verletzungen im Innern eines Knochens gesetzt werden können, welche nie und nimmer mit Röntgenstrahlen nachweisbar sein werden.

Wir meinen jene okkulten Knochenhämatome, welche weiterhin zu Zystenbildungen führen können, und jene Quetschungen, welche später gewisse Erweichungsdeformitäten mit sich bringen. Zu nennen wäre hier die Kümmellsche Spondylitis deformans und die sog. traumatische Malakie des Mondbeins, welche freilich auch ohne Trauma vorkommt.

Auch die Schlattersche Fraktur der schnabelförmigen Tibiaapophyse (vorn oben) und die sog. traumatische Coxa vara adolescentium gehören zu den im Röntgenbild primär selten nachweisbaren Schädigungen. Der Wachstumsknorpel ist überhaupt schwer zu beurteilen im Röntgenbild. So kann sich folgendes ereignen: Fall auf die Hand, klinische Wahrscheinlichkeitsdiagnose: Radiusfraktur am unteren Ende ohne Dislokation. Röntgenbild zeigt helle Querlinie nahe dem Gelenk. Der Anfänger diagnostiziert sofort eine Fraktur. Der Erfahrenere sagt: „Nein, das ist die normale Epiphysenknorpellinie, es liegt keine Verletzung vor“ — und jeder der beiden beiden hat in einer Art unrecht, wenngleich der mit Wissen noch unbeschwerte Anfänger zufällig das Richtigere getroffen hat. Die Sache liegt so, daß eine Epiphysenscheibe stark gezerzt, sogar gelöst sein kann, ohne daß die in zwei Richtungen gemachten Röntgenogramme eine Veränderung erkennen lassen. Ein geübtes Auge sieht freilich nicht selten ein leichtes Klaffen der Fuge, kleine Absprengungen am Rande und ähnliches. Die Entscheidung bringt aber oft erst die Kontrollaufnahme nach etwa vier Wochen: lag eine Verletzung vor, so muß ein periostaler Kallussaum sichtbar in Erscheinung treten.

Daß reine Gelenkknorpelverletzungen, welche zu lokalen Nekrosen, Gelenkmausbildungen usw. führen, röntgenologisch nicht darstellbar sind,

nicht einmal in einem mit Sauerstoff aufgeblähten Gelenk, ist auch eine prognostisch bedeutsame Tatsache, die bei negativem Gelenkröntgenogramm zu berücksichtigen ist.

Die Anfertigung kleiner Bilder, aus Sparsamkeit oder der Blendenswirkung zuliebe, führt dann zum Übersehen von Frakturen, wenn vorher ungenügend untersucht und manche allgemeine Erfahrung vernachlässigt wurde, z. B. daß bei Torsionsbrüchen des Tibiaschaftes häufig die Fibula in größerer Entfernung, also oben oder unten, bricht. Bei stärkerer Weichteilschwellung kann man eine orientierende Durchleuchtung vorausschicken, muß sich aber dabei bewußt sein, daß nur Frakturen mit Dislokation auf dem Schirm erkennbar sind.

Im allgemeinen kann man sagen, daß diejenigen Frakturen, welche bei guter Röntgentechnik und nach vorheriger genauer Untersuchung etwa noch übersehen werden, keine große praktische Bedeutung haben in dem Sinne, daß für die Behandlung etwas Wichtiges versäumt werden könnte.

Anders steht es mit den Luxationen. Die meisten Luxationen hinterlassen, wenn ihre Erkennung und Einrichtung versäumt wurde, sehr empfindliche Funktionsstörungen. Eine Ausnahme bildet z. B. die praktisch gutartige Luxation des Schlüsselbeins am akromialen Ende. Wir kennen Fälle, in denen diese klinisch leicht erkennbare Verletzung sowohl bei der äußeren Untersuchung als auf dem Röntgenbild übersehen wurde. Dagegen war in einem anderen Fall eine kindliche Luxation

eines Fingergrundgelenkes auf dorsovolarer Aufnahme absolut nicht erkennbar, während klinisch eine „Verdickung“ des Gelenkes auffallen mußte, die zusammen mit der Bewegungsbeschränkung, Druckempfindlichkeit — nach Trauma — keine andere Deutung zuließ. Man glaubte leider dem Röntgenbild zuviel und die Folge war, daß nach einiger Zeit die blutige Reposition der volaren Luxation nötig wurde.

Das Übersehen von Luxationen im Röntgenbild kann nicht leicht vorkommen, wenn man Aufnahmen in zwei Richtungen macht und die einzelnen Gelenke genau auf ihre Flächenkongruenz prüft. Volare Luxationen des Mondbeines sind schon öfter auf ganz guten Röntgenbildern übersehen worden. (Abb. 1. u. 2.) Nun gibt es aber Gelenke, welche nur in einer der Hauptrichtungen durchstrahlt werden können oder bei welchen die Aufnahmen in weiteren Ebenen sehr schwierig und daher wenig beliebt sind. Hier muß gefordert werden, daß diese schwierigeren Hilfsaufnahmen eben unbedingt gemacht werden, wenn eine wesentliche, für die Behandlung entscheidende Aufklärung durch sie möglich ist. So wird man zur Beurteilung der Gelenkstellung mit der sagittalen Schulter- und Hüftgelenksaufnahme bei Erwachsenen wenigstens jederzeit auskommen, weil eine Dislokation rein nach vorn oder hinten praktisch nicht vor-

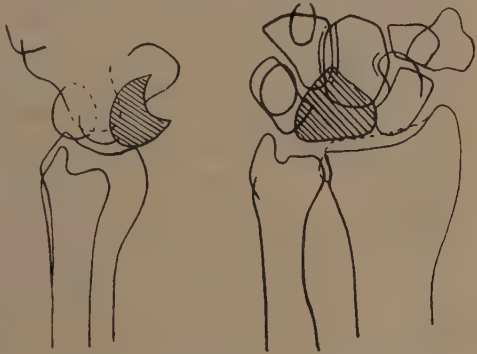


Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 1 u. 2. Volare Lunatumluxation.

kommt, bzw. weil jede Gelenkverschiebung in irgendeiner Weise die Kongruenz der Gelenkflächen im sagittalen Bild stören muß. Eigentlich gilt das auch für das Ellenbogengelenk, doch ist bei zusammengesetzten Gelenken jedes für sich schwieriger zu analysieren, so daß man grundsätzlich eine Sagittal- und eine Frontalaufnahme fordern muß. Eine Frontalaufnahme ist bei entsprechender Technik auch von den Fingergelenken mit genügender Deutlichkeit zu erwarten. Dagegen läßt uns bei Subluxationen im Bereich der Halswirbelsäule die Aufnahme in mehreren Richtungen dann im Stich, wenn wegen Schmerzen, schiefer Zwangshaltung oder wegen Gefahr für das Rückenmark besonders schwieriger Lagerung keine klaren, übersichtlichen Bilder zu erhalten sind. Man wird sich dann hüten, ein Röntgenbild für negativ beweisend zu erklären.

Ebenso große Vorsicht in der Diagnose ist angebracht, wenn im Verband nachgesehen werden soll, ob die Reposition gut gelungen ist. Hier ist man in der Regel auf eine einzige Durchleuchtungsrichtung angewiesen und darum ein röntgenologischer Irrtum leicht möglich, zumal da die Schatten des Verbandes stören. Eine Aufnahme, die man genauer studieren kann und die als dauerndes Beweisstück dienen wird, ist hier unbedingt erforderlich, denn es steht viel auf dem Spiele, der Röntgenbefund übernimmt hier eine große Verantwortung.

Was oben gesagt wurde über notwendige schwierigere Hilfsaufnahmen in ungewöhnlicher Strahlenrichtung, gilt auch für die Frakturen. Seitliche Aufnahmen der Brust- und Lendenwirbelsäule, des Kreuzbeines, axiale Bilder des Schultergelenkes, der Symphyse, des Schenkelhalses, des Kalkaneus, gelegentlich auch Frontalbilder des Sternums sind in manchen Fällen unentbehrlich.

Der Hauptmangel des Röntgenbildes, daß es einen richtigen räumlichen Eindruck, also eine dreidimensionale Vorstellung nur umständlich und — abgesehen vom Stereoskopverfahren — unvollständig vermittelt, macht sich bei der Beurteilung der Knochenbruchdislokationen vor allem störend bemerkbar. Aufnahmen in zwei aufeinander senkrechten Richtungen geben zwar in der Regel eine praktisch genügende Vorstellung, namentlich im Zusammenhang mit dem klinischen Untersuchungsbefund. Wo es technisch möglich ist, soll die Durchleuchtung herangezogen werden. In Zeiten der Geldknappheit schlägt diese das ideale stereoskopische Verfahren ohne weiteres aus dem Felde.

Wenn auf den Röntgenbildern eine Verletzung richtig erkannt, eine zweite dagegen übersehen wird, bei bestehender Luxationsfraktur also nur die Luxation oder die Fraktur erkannt wird, so handelt es sich um einen Fehler, der bei jeder Untersuchungsmethode gemacht werden kann. Das Übersehen der Luxation ist der folgenschwerere Fehler. Man muß daher das Röntgenbild immer zuerst nach Luxation befragen. Bei der unangenehmen Luxationsfraktur des Fußgelenkes muß vor allem die nach hinten und oft auch nach außen gerutschte Fußwurzel wieder reponiert werden, die Fürsorge für Knöchelbrüche kommt dann in zweiter Linie. Am Becken wird auch, wenn mehrere Frakturen oder wenn neben Hüftluxation noch Knochenbrüche vorliegen, nicht selten die eine oder andere Verletzung übersehen, insbesondere wenn keine guten Übersichtsaufnahmen angefertigt werden. Manchmal werden auch ganz einfache Überlegungen außer acht gelassen. So muß, wenn die Symphyse stärker verschoben, die Linea terminalis jedoch beiderseits intakt ist, notwendigerweise auch die entsprechende Articulatio sacroiliaca gesprengt und verschoben sein. Verletzungen dieses Gelenkes sind manchmal auf dem Röntgenbilde recht schwer

zu sehen, weil die Verschiebung hauptsächlich in der einzigen gut anwendbaren Durchleuchtungsrichtung, eben der sagittalen, erfolgt.

Die Beteiligung kleinerer Gelenke wird gern auf Röntgenbildern zu wenig beachtet, so die Zerreißung des distalen Radioulnargelenkes und die Sprengung der unteren Bandverbindung zwischen Tibia und Fibula dicht oberhalb der Talusrolle.

Den negativen Fehldiagnosen von Frakturen stehen die positiven gegenüber, d. h. jene Fälle, in denen irrtümlich eine Frakturlinie angenommen wird, wo in Wirklichkeit keine ist. Frakturlinien werden vorgetäuscht.

1. durch Epiphysen- und Apophysenknorpelscheiben, welche die Röntgenstrahlen verhältnismäßig wenig absorbieren, daher auf dem Bilde als helle (auf dem Negativ dunkle, geschwärzte) Streifen erscheinen. Namentlich die spät auftretenden Kerne täuschen, so am Darmbeinkamm, am Angulus scapulae, an den Wirbelkrperendrndern im Frontalbild, an der Tuberositas oss. metatars. V, am Akromion, Scham- und Sitzbein usw. Besonders wenn diese spät auftretenden Ossifikationszentren gesprenkelt erscheinen, also multipel angelegt werden (Kalkaneus, Olekranon), entsteht der falsche Verdacht, daß diese richtig erkannte Wachstumsform durch ein Trauma gestört sei. In der Regel beseitigt eine Vergleichsaufnahme der unverletzten Seite jeden Zweifel. Die Apophyse kann trotzdem traumatisch geschädigt sein, das Röntgenbild ist aber nicht der Ausdruck dieser Schädigung. In neuerer Zeit hat man gefunden, daß solche zerissen aussehende Verkncherungsanlagen tatsächlich besonders vulnerabel sind. Daß seltene überzählige Epiphysenanlagen, so an der Basis oss. metacarp. II sowie die öfters als Einkerbungen an kindlichen Phalangenkpfchen sichtbaren Pseudoepiphysen, besonders leicht den Eindruck von Verletzungen machen können, liegt auf der Hand. Ebenso leicht täuschen Epiphysen, welche gerade in Verschmelzung begriffen sind. Besonders die Olekranonepiphyse verknöchert in ihrer ventralen Hälfte früher als in der dorsalen (Abb. 3).

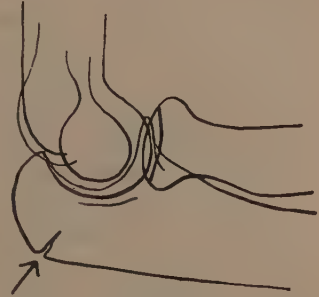


Abb. 3. In Verschmelzung begriffene Olekranonepiphyse.

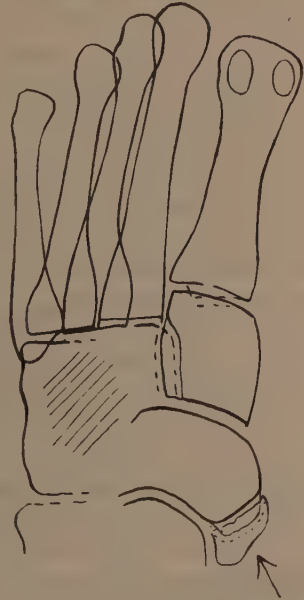


Abb. 4. Os tibiale externum mit unregelmäßiger Verschmelzungslinie.

2. Durch überzählige Knochen, sog. akzessorische Skelettstücke. Dieselben finden sich hauptsächlich an Hand und Fuß und erscheinen als Absprengungen, je nach dem als frische oder pseudarthrotische alte, z. B. das Os trigonum, tibiale externum (Abb. 4), peroneum, radiale externum, centrale, acromiale — um nur die häufigsten zu nennen. Sie können auch gewissermaßen dissimulieren,

d. h. verletzt sein, wobei sie dann meist etwas verschoben sind und ihre „Gelenkspalte“ zum zugehörigen Hauptknochen deform ist. Sie verschmelzen nicht selten mit dem kanonischen Skelettstück und bilden einen normalen Fortsatz (Tuberositas oss. navic. pedis, Proc. posterior tali), der bei einwirkender Gewalt abbrechen kann. Dann ist wieder der Fall gegeben, wo der Anfänger richtig, der etwas Unterrichtete falsch diagnostiziert und nur der Erfahrene an der Verschiebung bezw. an den zackigen Bruchlinien die Verletzung ganz richtig beurteilt. Anders ist es im entgegengesetzten Fall, wenn z. B. die beiden letzten Glieder der 5. Zehe miteinander verschmolzen waren, wie das häufig vorkommt, und nun einen Querbruch erleiden. Hier diagnostiziert der Anfänger falsch, der Kundige richtig.

3. Spaltbildungen in Knochen, hauptsächlich die Patella bipartita. In einem solchen Fall sprang die Diagnose hin und her. Es war eine Kontusion der Patella erfolgt. Der Arzt glaubte eine Fraktur zu fühlen. Das Röntgenbild, das nicht besonders scharf war, zeigte immerhin eine deutliche Spalte in der Patella. Die Überprüfung des klinischen Befundes ergab nun Fehlen jeglichen Gelenkergusses und einen eingedellten Schleimbeutel, der bekanntlich einen Querbruch vortäuschen kann. Nun wurde noch eine schräge Aufnahme der medial verschobenen, auf der Platte liegenden Patella mit schräger Einstellung und enger Blende gemacht. Sie zeigte die fragliche Spalte als schnurgerade parallele Doppellinie schräg oben medial an der gewöhnlichen Stelle, womit also die Spaltbildung gesichert war. Dagegen versagte ein weiteres Beweismittel: die unverletzte Seite war normal. Wäre diese gebrochen gewesen, so hätte der Vergleich der anderen Patella Zweifel an der Frakturdiagnose aufkommen lassen. In solchen Fällen kommt es auf scharfe Röntgenbilder und genaue Betrachtung an. Während bei den oben erwähnten Fällen von Os trigonum etc. eine Fehldiagnose weniger Unheil anrichten wird, wird man eine irrtümlich aufgenommene Patellafraktur doch unnötig lange ruhig stellen, mit Heftpflasterverbänden usw. behandeln. Übrigens ist uns ein anderer Fall bekannt, in welchem eine vollkommen normale Kalkaneusepiphyse auf Grund des Röntgenbildes — trotzdem die Anamnese dagegen und der klinische Befund nur ganz entfernt dafür sprach — als Fraktur angesprochen und der junge Mensch viele Wochen lang im Gipsverband gehalten wurde (mit einem für einen Kalkaneusbruch glänzenden Heilerfolg!). — Hierher wären denn auch noch die überzähligen Nähte am Schädel zu rechnen.

4. Knochenkanäle: Canalis mandibularis; Canales nutricii in jugendlichen Wirbelkörpern (Frontalbild), in den Schäften der Röhrenknochen. Die Form, der Verlauf, die typische örtliche Lage schützen vor Irrtümern.

5. Weichteilfalten projizieren sich in den Knochen hinein, z. B. die Axillarfalte, die Gesäßfalte. Man wird ja meistens darauf aufmerksam, daß diese Linien aus dem Knochen heraus in die Weichteile hinein sich fortsetzen, doch können sie mitunter doch schwieriger zu beurteilen sein, z. B. an den Zehen. Andere Weichteilkonturen schneiden deutlicher von außen in den Knochen hinein, z. B. die senkrechte äußere Gesäßbackenkontur in den Schenkelhals hinein.

6. Nur der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß gelegentlich von Anfängern auch sehr bedenkliche Fehlschlüsse gezogen werden. So hat ein Kollege die Linea trochanterica, obwohl sie eine Verdichtungslinie ist, als

Fractura intertrochanterica gedeutet und den Kranken vorsichtig im Bette gehalten. Von der Periarthritis humeroscapularis und ihrer Fehldeutung als Absprengung vom Knochen war schon die Rede.

In anderen Fällen werden normale Knochensprünge und -verdickungen als Kallusbildungen alter Frakturen angesehen, z. B. der Proc. coracoideus claviculae.

Früher häufiger als jetzt wurde dem anatomischen Befund des Röntgenbildes eine übertriebene Bedeutung beigemessen. Aber auch heute eignet sich öfters folgendes: Ein Querbruch mit Dislokation wird eingerichtet. Der Arzt plagt sich redlich und glaubt nun ganz bestimmt, die Fraktur wunderbar schön korrigiert zu haben. Die Täuschung wird dadurch begünstigt, daß man unter den bei der Extension gespannten Weichteilen die Bruchkanten weniger deutlich durchfühlt. Der Verband wird angelegt. Die Röntgenkontrolle überrascht durch die Feststellung, daß der Bruch immer noch um ganze Breite verschoben ist. Nun bietet der Arzt seinen ganzen Stolz und Ehrgeiz auf, einen nochmaligen Repositionsversuch zu machen. Abnahme des Verbandes, nochmalige Narkose, Repositionsversuch. Meist gelingen diese wieder nicht, und nun wird der Bruch endlich in Ruhe gelassen oder es wird die blutige Reposition für nötig erklärt. Ohne Röntgenbild wäre der Bruch nach dem ersten Einrichtungsversuch in Ruhe gelassen worden und rascher und mit mindestens ebenso gutem funktionellen Ergebnis geheilt als nach den wiederholten gewaltsamen Schädigungen der Frakturstelle und der Weichteile. Man muß schon zugeben, daß die Röntgenstrahlen in dieser Beziehung manchem Verletzten geschadet haben, wenngleich es manche Brüche gibt, die unbedingt gut reponiert werden müssen, z. B. Ellbogengelenkbrüche mit Einklemmung des Epicondylus medialis ins Gelenk. Überschätzt wird die Bedeutung einer stärkeren Verschiebung der Bruchstücke z. B. bei Schlüsselbeinbrüchen, ferner bei Humerusschaftbrüchen; bei diesen ist eine nicht zu starke Verkürzung in der Regel ohne praktische Bedeutung; wichtig ist der Ausgleich der Dislocatio ad axin und ad peripheriam; erstere ist aber gerade aus dem Röntgenbefund viel schwerer zu beurteilen als nach dem äußeren Anblick. Diese Dinge sind eigentlich rein Sache des behandelnden Arztes. Wenn er keine große röntgenologische Erfahrung hat, wird er wohl auch den Röntgenologen um Rat fragen und dieser wird ihn in manchen Fällen hinsichtlich der Bedeutung einer Frakturverschiebung, die übrigens perspektivisch sowohl übertrieben wie beschönigt sein kann, beruhigen können. Jeder muß natürlich wissen, was er verantworten zu können glaubt. Es kommen leider doch auch Fälle vor, in denen eine falsche geleitete Röntgenuntersuchung die Sachlage zum Nachteil des Kranken beschönigt. So muß man sich über die gerade Stellung der Bruchstücke, also der Längsachse im ganzen genommen, im Röntgenbild spätestens vor Ablauf der vierten Woche ganz klar sein, d. h. solange eben der Kallus noch biegsam ist, nicht neu gebrochen werden muß.

Der Frakturkallus wird nach dem Röntgenbild bisweilen falsch beurteilt. Es rührt dies daher, daß die Schattendichte des Kallus kein ganz zuverlässiges Urteil über seine Tragfähigkeit gestattet. Die Menge des eingelagerten Kalkes ist nämlich nicht allein maßgebend. Ein auf dem Röntgenbild schon ziemlich dicht aussehender Kallus kann noch federn und ein praktisch geheilter, tragfähiger Knochen kann sehr geringe periostale Kallusbildung

aufweisen, z. B. an den Knöcheln. Auch Pseudarthrosen werden nur dann auf Röntgenbildern deutlich erkannt, wenn sich die Strahlenrichtung in die Ebene des Pseudarthrosenspaltes einstellen läßt, so daß dieser als heller Zwischenraum sich abbildet. Hier sind also nur die positiven Röntgenbilder bezeichnend, die negativen nicht. Ähnlich ist es mit den eingekeilten Frakturen. Sieht man die Bruchstücke lose nebeneinander, so sind sie natürlich eingekeilt. Decken sie sich aber, so ist eine Einkeilung möglich, aber nicht bewiesen (Abb. 15). Einkeilungen werden nach Röntgenbildern sicher zu häufig angenommen. Beim Humerushalsbruch macht dies nicht viel aus. Beim Femurhalsbruch wird durch falsches Röntgenurteil die Prognose und vielleicht auch die Behandlung beeinträchtigt.

Denkt man nicht daran, daß manche Frakturen pathologisch sind, sieht das Röntgenbild also nicht eigens darauf an, so kann man leicht eine sog. Knochenzyste, oder eine Tumormetastase übersehen, was für Stellung der Prognose außerordentlich wichtig ist.

Bei der traumatischen Myositis ossificans, welche nach manchen Frakturen mit Vorliebe auftritt, wird gerne der Fehler gemacht, daß man einen Zusammenhang mit dem Knochen, also periostalen Ursprung annimmt, wenn das Röntgenbild keinen Zwischenraum zwischen diesen Gebilden und dem Knochen zeigt. In einer andern Projektionsrichtung (Durchleuchtung!) sieht man dagegen die trennenden Weichteile.

Gelenkverletzungen geben auf Röntgenbildern nur unter ganz bestimmten Bedingungen ein Merkmal. Das Röntgenbild ist also nie negativ beweisend. Bandabrisse sind erkennbar, wenn der Bandansatz ein Stückchen vom Knochen mit abreißt. Manchmal bildet sich später ein periostaler Osteophyt. Der Ausbruch eines Knorpelstücks darf nach dem Röntgenbild allein nie in Abrede gestellt werden, denn man sieht ihn nur, wenn ein Stück Spongiosa mit ausbricht, und auch dann ist noch günstige Projektion in den hellen Gelenkspalt Voraussetzung für den Nachweis.

Auf dem Gebiete der Entzündungen der Knochen und Gelenke werden röntgenologische Irrtümer hauptsächlich dadurch begangen, daß 1. negative Befunde zu hoch bewertet werden ohne Rücksicht darauf, daß die entzündlichen resorptiven und produktiven Prozesse eine gewisse Zeit brauchen, bis sie röntgenologisch nachweisbar werden und daß kleinere Herde in ungünstig liegenden oder unübersichtlich gebauten Knochen sehr schwer oder gar nicht darstellbar sind, 2. daß über die Natur des Entzündungsprozesses gerne allzu bestimmte Angaben gemacht werden. Der Kliniker möchte natürlich wissen, ob ein Prozeß tuberkulöser, syphilitischer, überhaupt infektiöser Natur ist. Das Röntgenbild kann wohl in manchen Fällen eine bestimmte Antwort geben, in vielen Fällen ist dies jedoch nicht möglich, oder es kann nur die eine oder andere Ursache mit genügender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Verschiedene Ursachen können eben ganz dieselbe Wirkung hervorbringen.

Wie schon eingangs erwähnt, sind Röntgenbilder infektiöser akuter Osteomyelitiden zunächst negativ. Auch bei Kindern, bei denen die zerstörenden und aufbauenden Prozesse sich rascher abspielen, dauert es mindestens zwei

Wochen, bis die reaktive Periostitis soviel Kalk bindet, daß wir im Röntgenbild einen periostitischen Saum wahrnehmen können. Bis wir im Knochen eine Aufhellung entsprechend einem Einschmelzungsherd sehen, dauert es noch etwas länger. Anders bei langsam sich entwickelnden Entzündungsprozessen, welche durch weniger aktive, weniger virulente Erreger hervorgerufen werden. Sucht der durch ziehende, wechselnd starke Schmerzen z. B. am unteren Femurende gestörte Kranke den Arzt auf und dieser macht eine Röntgenaufnahme, so ist das erste in die Augen fallende Symptom meist die periostitische Auflagerung, wenn es sich nicht um das Wiederaufleben eines alten osteomyelitischen Prozesses handelt. Hier wird nun gerne der Fehler gemacht, daß man sich mit der Feststellung dieser Periostitis begnügt und den fast nie fehlenden osteomyelitischen Herd übersieht. Man muß ihn suchen. Ist er auch im Schaukasten bei gedämpftem Licht nicht erkennbar, weil das Bild nicht scharf genug ist, so lohnt sich die Anfertigung weiterer, kleinerer, möglichst scharfer Bilder in verschiedenen Strahlenrichtungen.

Es ist klar, daß die Periostitis, wenn sie nur an umschriebener Stelle, entsprechend der Wanderung des Eiters durch die Haversschen Kanäle, besteht, den Knochen also nicht zirkulär umgreift, nur in bestimmter Projektionsrichtung darstellbar ist. Man muß also mehrere Aufnahmen machen. Bei genauer Untersuchung findet man mehr oder weniger umschriebene druckempfindliche Zonen, die man dann tangential einstellen muß.

Am leichtesten werden übersehen osteomyelitische Herde in Wirbelkörpern wegen ihrer ungünstigen Lage und durch die Fortsätze gestörten Übersicht, ferner weil die Periostitis sich sehr langsam entwickelt, wie überhaupt an spongiösen Knochen, während sie über den Schäften von Röhrenknochen viel stärker hervortritt, wo eben das Periost sich leichter abhebt und dicker ist. Tuberkulöse Herde in Wirbeln sind auch schwer sichtbar, bis es zum Zusammenbruch derselben kommt. Die Wirbeldeformität ist manchmal nur auf Frontalbildern sicher erkennbar, deren Anfertigung daher nie versäumt werden darf. Das Sagittalbild reicht meist nur zu einer Vermutungsdiagnose, einem unbestimmten Verdacht hin, der aber in erster Linie durch den klinischen Befund diktiert wurde.

Vorgetäuscht wird ein entzündlicher Einschmelzungsherd häufig durch atrophische Stellen in der Spongiosa. Man muß diese Stellen kennen, um sich nicht irreführen zu lassen. Sie betreffen die Mitte des untern Tumorendes (Ludloffscher Fleck), das obere untere Ende des Schenkelhalses, das Tuberculum majus humeri (Abb. 5), die Mitte des Corpus calcanei. Bei stärkerer Atrophie, auch im senilen Skelett z. B. können auch andere Stellen der Spongiosa wie Herde aussehen. Begünstigt wird die Täuschung an jenen Stellen, wo eine Periostitis im Falle einer entzündlichen Herdbildung ausbleibt, weil sie im Bereich eines Gelenkes liegen. Bei der sog. fleckigen Atrophie, welche hauptsächlich an den Knochen der Hände und Füße zu beobachten ist, kann ein größeres Gebiet den Eindruck erwecken, als sei es in entzündlicher Einschmelzung begriffen. Liegt nicht weit davon ein sichergestellter Eiterherd, so wird die Ausdehnung des eitrigen Prozesses (z. B. Fußwurzeltuberkulose) überschätzt, was unter Umständen zu falscher Anzeigestellung für eine verstümmelnde Operation führen kann. — Darmgasflecken können die Darmbeinschaufeln in verdächtiger Weise aufhellen.

Eine Periostitis kann vorgetäuscht werden einmal durch normale Rauigkeiten des Skeletts, deren Zahl im höheren Alter zunimmt (Beispiel: Sitzhöcker); besonders gerne werden die am Schienbein und am Radius ins Spatium interosseum vorspringenden Kämme für entzündlich-periostitische Auflagerungen gehalten. Bei mageren Menschen mit dünner Haut und vertieften Supraklavikulargruben gibt die über das Schlüsselbein gespannte Haut einen dem oberen Rande dieses Knochens parallel laufenden Schatten, der für Periostitis gehalten werden kann. Bei verwackelten, daher doppelt konturierten Knochenbildern kann der Ungeübte auch zu einem Fehlschluß verleitet werden. In Abb. 6 ist auch eine normale Verdickung am Skapulahals sichtbar (Pfeil), welche öfters irreführt.

Bei der chronischen Osteomyelitis wird oft eine umschriebene Aufhellung zu Unrecht als Sitz eines Rezidivs verdächtigt; namentlich, wenn ope-



Abb. 5.

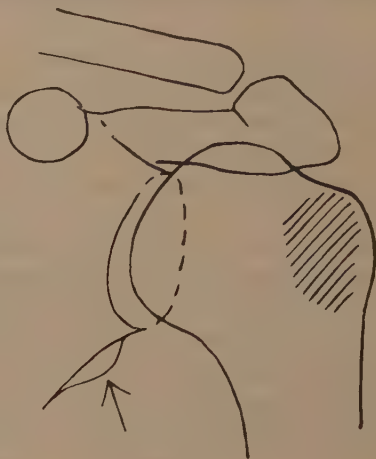


Abb. 6.

Abb. 5 u. 6. Von der Knochenatrophie bevorzugte Stellen. Fehldiagnose: Entzündlicher Einschmelzungsherd oder Tumor.

rative Eingriffe vorausgingen, ist es oft sehr schwer, die noch fistelnden Stellen richtig zu lokalisieren. Kontrastfüllung der Fisteln weist manchmal den Weg. Ein guter Anhaltspunkt sind umschriebene frische Periostauflagerungen. Die Kontrastfüllung langer Fistelkanäle bei Senkungsabszessen zeigt nur dann richtig, wenn sie den ganzen Kanal bis zum kranken Wirbel hinauf ausfüllt, nicht etwa in einer Verzweigung endet; deckt sich letztere gerade auf das Hüftgelenk ein, so kann irrtümlich ein koxitischer Herd angenommen werden.

Im allgemeinen hüte man sich, über die Art der Entzündungserreger allzu bestimmte Vermutungen auszusprechen. Findet man in einer Epiphyse einen im Verhältnis zur langen Dauer des schleichend entwickelten Leidens kleinen Herd mit geringer Periostreaktion, so kann man wohl eine Tuberkulose mit größter Wahrscheinlichkeit annehmen. Das ist aber nicht eine rein röntgenologische Feststellung. Selbständigere Anhaltspunkte sind schon die Lokalisation und die Form und Größe der Sequester.

Mit der Diagnostik der Gelenkkrankheiten ist es ganz ähnlich. Ein negatives Röntgenbild bei einer akuten Entzündung hat vor allem Beweiskraft insofern, als der Durchbruch eines Eiterherdes nach dem Gelenk ausgeschlossen werden kann; denn ein Knochenherd hat, wenn er durchbricht, doch stets eine derartige Größe erreicht, daß er auf einem guten Röntgenbild sichtbar sein muß. Freilich wird manchmal der Fehler gemacht, daß nicht eignes nach Knochenherden gesucht wird, namentlich wenn das Bild nicht sehr gut gelungen ist.

Der anatomische Befund wird nach dem Röntgenbild gerne unterschätzt. Man bedenkt nicht, daß der Gelenkknorpel bereits erheblich geschädigt, auch die Kapsel weitgehend verändert sein kann, während wir im Röntgenbild noch einen Gelenkspalt von normaler Weite und scharfen Konturen vor uns haben. Erst wenn der Knochen angegriffen wird, sehen wir die rauen Konturen.

Unschärfe Gelenkkonturen, namentlich an Hand- und Fußwurzel, können dadurch bedingt sein, daß die Sekundärstrahlung einer starken Weichteilschicht (Fungus) die durch Atrophie noch dazu strahlendurchlässiger gewordenen Knochen weniger scharf zur Abbildung kommen läßt. Bei Weichteilschwellung ist auch der größere Plattenabstand der Knochen in gleichem Sinne ungünstig. Schließlich kann auch eine Spur von Unruhe bei der Aufnahme an der Unschärfe der Knochenkonturen schuld sein. Ein stärker verwackeltes Bild täuscht viel weniger.

Daß verschiedene Gelenkspalten nicht ganz scharf kommen können, weil sie wegen Überlagerung durch andere knöcherne Teile nicht frei projiziert werden können (Wirbelgelenke, Atlantooccipital-Gelenk u. a.), ist bei Beurteilung der Bilder in Rechnung zu ziehen. Siehe z. B. in Abb. 4 die laterale Hälfte der Fußwurzel.

Kommt es im Verlaufe einer Gelenkentzündung zu einer mehr oder weniger hochgradigen Versteifung, so soll das Röntgenbild die Prognose möglichst klären. Hierbei wird nicht immer bedacht, daß dies nur innerhalb weiter Grenzen möglich ist; denn die Dicke der Bindegewebs- bzw. Knorpelschicht, welche den „Gelenkspalt“ bildet, ist nicht allein maßgebend für den Grad der Beweglichkeit, der späterhin anatomisch möglich ist. Auch hier sind nur extreme Fälle klar zu beurteilen: auf der einen Seite die sicheren knöchernen Ankylosen, auf der anderen Seite „Gelenkspalten“ von einer Weite, daß eine Knorpellage von genügender Stärke ohne weiteres noch angenommen werden darf.

Chronische Reizzustände in Gelenken werden im Röntgenbild leicht falsch beurteilt, dieses steht auch oft in geradem Widerspruch zum klinischen Befund. Bei einem grob knirschenden Gelenk ist der Röntgenbefund häufig negativ, da eben nur die Gelenkkapsel und die Gelenkzotten verändert sind. Finden wir an einem Kniegelenk, das öfters Beschwerden macht, die Merkmale der Arthritis deformans (Abb. 7), so liegt es nahe, beides miteinander in Verbindung zu bringen. Man muß aber stets daran denken, daß die arthritischen Veränderungen auch ohne die geringsten Beschwerden bestehen können. Die senilen Veränderungen der Knochen und Gelenke muß man im Röntgenbild eigens studieren. Gewisse Veränderungen, namentlich an der Wirbelsäule, treten im Alter so regelmäßig auf, daß man ohne weiteres Beschwerden erwarten möchte, die aber keineswegs so häufig und stark auftreten.

Echte Gicht, *Arthritis urica*, wird auf Röntgenbildern zweifellos zu häufig diagnostiziert. Nur wenn deutliche, scharf begrenzte Zerstörungsherde ohne entsprechende reparative Vorgänge sichtbar sind, kann man Gelenktophi mit genügender Wahrscheinlichkeit annehmen. Meist finden sich die Erscheinungen der *Arthritis deformans*, die aber die anatomische Antwort auf alle möglichen Reizzustände sind. Wie die Röntgendiagnose manchmal in diagnostisches Dunkel hineinleuchtet, dafür ein Beispiel: Ein Kranker mit Schmerzen an der Fußwurzel, Druckempfindlichkeit und Weichteilschwellung wurde als gichtverdächtig angesehen. Die Harnsäurebestimmung ergab eine beträchtliche Vermehrung. Das Röntgenbild wurde, trotz dieser Feststellung, aber ohne klinische Nachuntersuchung als sehr wahrscheinliche Fußwurzel tuberkulose

ausgelegt. Die daraufhin angestellte Nachprüfung ergab, daß man sich bei der Harnsäurebestimmung mit dem Komma um eine Stelle geirrt hatte, der Befund war normal.

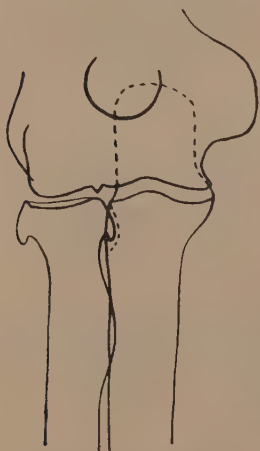


Abb. 7.
Arthritis deformans.

Die Ernährungsstörungen der Knochen nehmen einen breiten Raum in der Röntgendiagnostik ein. Irrtümer sind in verschiedenen Richtungen möglich. Es wurde schon oben erwähnt, daß umschriebene atrophische Aufhellungen, insbesondere bei älteren Leuten, für entzündliche Einschmelzungsherde gehalten werden können (Abb. 5 und 6). Es wäre noch hinzuzufügen, daß auch eine Verwechslung mit Knochenzysten und echten Tumoren (Metastasen) möglich ist.

Die Ernährungsstörungen, welche deutliche und gut gekannte klinische Erscheinungen machen, wie die Rachitis und die Möller-Barlowsche Krankheit, geben selten Anlaß zu röntgenologischen Fehlern. Dagegen ist die Differentialdiagnose gegenüber der angeborenen Syphilis bzw. die Feststellung einer Vergesellschaftung beider Krankheiten oft schwierig.

Die tabischen Arthropathien werden manchmal von denjenigen verkannt, welche dieses ungemein charakteristische Bild, nämlich höchstgradige *Arthritis deformans* mit reichlichen Weichteilossifikationen, nicht öfter gesehen haben.

Blutergelenke können ähnliche schollige verkalkte Weichteilmassen aufweisen. Das Verfehlen der röntgenologischen Diagnose ist leicht begreiflich, wenn man bedenkt, daß selbst die pathologisch-anatomische makroskopische Diagnose nicht immer leicht ist.

Die Spätrachitis wird dann zur röntgendiagnostischen Klippe, wenn Verschiebungen an Epiphysenlinien auftreten, welche auch da den Eindruck von Frakturen machen können, wo nur der normale Druck auf die erweichte Epiphysenknorpelzone zu einer entsprechenden Deformität führte. Dies gilt namentlich für die *Coxa vara adolescentium*. Daß hier traumatische Epiphysenlösungen insbesondere nach dem Röntgenbild zu häufig angenommen werden, ist die Ansicht der meisten Forscher, welche sich mit dem Wachstumsstörungen an dieser Stelle (*Perthessche Krankheit*, *Osteochondritis deformans*

juvenilis) eingehender beschäftigt haben; ähnlich ist es mit der Köhlerschen Erkrankung des Os navic. pedis und der Köhlerschen Metatarsalköpfchen-erkrankung, bei welcher das Röntgenbild zur Annahme einer Kompressionsfraktur führte, obwohl so vieles dagegen spricht. Die Perthesche Krankheit wurde übrigens früher besonders gerne für Tuberkulose gehalten. Die namentlich auf Röntgenbefunde gestützte Diagnose „Kompressionsbruch des Os lunatum“ mußte ebenfalls überprüft werden; die Annahme, daß es sich um eine traumatische Malazie dieses Knochens handelt, wurde in ihrer allgemeinen Gültigkeit erschüttert durch Fälle, in welchem die Anamnese jegliches Trauma vermissen ließ, ferner durch den Nachweis von Zystenbildungen in verschiedenen Handwurzelknochen, deren Natur noch nicht ganz sichergestellt ist. Aus allen diesen Beispielen geht hervor, wie unsicher es ist, eine pathologisch-anatomisch noch ungenügend geklärte krankhafte Veränderung lediglich durch das Röntgenbild ätiologisch klären zu wollen.

Die Ostitis fibrosa ist in reinen, gut umschriebenen Herden an ihrem Formcharakter mit genügender Sicherheit erkennbar. Sind größere Abschnitte eines Knochens befallen, oder liegt das Bild des Pagetschen Ostitis deformans vor, bei welcher ähnliche Umbauprozesse beteiligt sind, so werden die geschichteten periostalen Mäntel, mit denen die erweichte Diaphyse sich zu verstärken sucht, zusammen mit den fleckigen Aufhellungen, welche den fibrös umgewandelten Stellen entsprechen, gerne für den Ausdruck einer chronischen Osteomyelitis gehalten. Auch an Lues wird gedacht. Insbesondere größere zystische Hohlräume, welche Blutungen ihre Entstehung verdanken, können als Eiterherde oder Tumoren gedeutet werden, woraus dann eine falsche Anzeige für operatives Vorgehen abgeleitet wird. Bei der „tumorbildenden Ostitis fibrosa“ (v. Recklinghausensche Krankheit) sind bekanntlich öfters auch falsche mikroskopische Diagnosen gestellt worden. Es ist aber bekannt, daß diese meist gutartigen Gewebeerkrankungen plötzlich dennoch einen malignen Charakter annehmen können. Diesen aus dem Röntgenbild zu erkennen, ist erst dann möglich, wenn die Merkmale des destruierenden Wachstums, mit Durchbruch nach außen, bereits deutlich ausgeprägt sind.

Die Knochengeschwülste haben zahlreiche röntgenologische Fehldiagnosen über sich ergehen lassen müssen. Wohl haben viele gutartige und viele bösartige Geschwülste ihre ganz bestimmten Merkmale. In manchen Fällen ist die Entscheidung jedoch nicht ganz sicher zu treffen. Im Zweifelsfall ist unbedingt zur operativen Freilegung und Probeexzision zu raten. Hierbei ist aber zu bedenken, daß nach Probeexzision aus malignen Geschwülsten sich manchmal rapides Wachstum und rasche Metastasierung einstellt. Es ist daher notwendig, eine radikale verstümmelnde Operation von vornherein mit ins Auge zu fassen, zumal wenn Röntgentherapie auch für den Fall der Amputationsverweigerung schlechte Aussichten bietet, wie dies vom periostalen Sarkom bekannt ist. Gerne wird versäumt, bei Verdacht auf malignen Knochentumor die Lungen auf etwaige Metastasen zu durchleuchten.

Sarkome werden öfters für entzündliche Prozesse gehalten und umgekehrt. Namentlich die zentralen, den Knochen auftreibenden Sarkome, z. B. am unteren Femurende und im Tibiakopf werden nicht selten für Kniegelenks-

fungus gehalten. Wir haben in unserer Sammlung eine Reihe von Kniegelenksarkomen, auf deren Bildern man noch die Reste der Jodoformglyzerineinspritzungen sieht. Aber auch das Umgekehrte kommt vor. So wurde ein Knochenabszeß im unteren Femurende auch auf Grund des Röntgenbildes für Sarkom gehalten und energisch bestrahlt. Es bestand zwar Fieber, doch können zerfallende Sarkome auch Fieber verursachen. Vor allem sprach der Blutbefund für malignen Tumor. Bei Überprüfung des Röntgenbefundes mußte die lebhafteste Periostreaktion auffallen, welche gegen Sarkom spricht. Ferner war es merkwürdig, daß das kleinhühnereigroße „Sarkom“ den Knochen nicht ausgebaucht hatte, auch nicht durchgebrochen war. Auf alle Fälle wurde zur Operation geraten. Die extraartikuläre Eröffnung des Knochens führte rasch auf einen größeren osteomyelitischen Eiterherd.

Bei den gutartigen kartilaginären Exostosen hat der Röntgenologe die Pflicht, das ganze Skelett nach weiteren derartigen Bildungen abzusuchen,

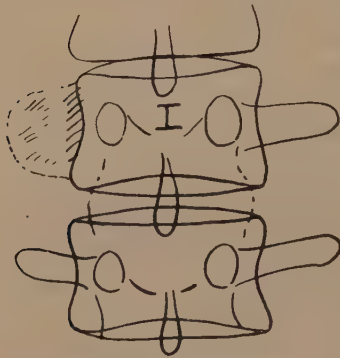


Abb 8. Wirbelsarkom.
(I erster Lendenwirbel.)

und zwar an den Metaphysen der langen Röhrenknochen. Beim Nachweis eines Knochenkarzinoms muß man, da es primär sehr selten vorkommt, den ganzen Körper nach dem primären Tumor absuchen. Der maligne Herd im Knochen wird meist gelegentlich einer Spontanfraktur entdeckt werden, deren röntgenologische Feststellung daher außerordentlich wichtig ist. Genau ebenso ist es bei den Knochenmetastasen der Hypernephrome.

In Knochenteilen, welche schwieriger darzustellen und zu übersehen sind, kann das Röntgenbild leicht im Stich lassen, z. B. bei Oberkiefersarkomen. Man tut gut, die Unzulänglichkeit des Röntgenbildes in dieser Richtung in der Diagnose zum Ausdruck zu bringen.

Ein beginnendes Wirbelsarkom haben wir im Röntgenbild verkannt, wir dachten eher an einen osteomyelitischen Herd (Abb. 8). Auch beginnende Sarkome in der Trochantergegend können mißdeutet werden, während umgekehrt lokale atrophische Bezirke in der Trochantergegend, im Humeruskopf (Tuberc. majus) sarkomähnlich aussehen können, wie schon erwähnt wurde (s. Abb. 6). Für sich allein führt also das Röntgenbild oft nur zu einer Differentialdiagnose, d. h. es müssen verschiedene Möglichkeiten offen gelassen werden. Der Krankheitsverlauf und der klinische Befund drängen aber doch die Wahrscheinlichkeit meist in eine bestimmte Richtung.

Die Aussaat maligner Geschwülste verschiedener Natur kann ganz dieselben röntgenologischen Befunde zeitigen. So haben wir zum Verwechseln sich ähnlich sehende multiple Rippenmetastasen. Der eine Fall ist ein Myelom, der andere ein Sarkom.

Bei der röntgenographischen Darstellung von Deformitäten werden Fehler in der Richtung gemacht, daß das Objekt nicht in allen drei Ebenen des Raumes erforscht wird, die Richtung und der Grad der Deformität also falsch beurteilt werden. Es wurde schon einleitend darauf hingewiesen, daß die per-

spektivische Verzeichnung des Röntgenbildes leicht irre führt. Man täuscht sich über Längen-, Dicken- und Winkelmaße. Bei Deformitäten tritt dies verstärkt in Erscheinung, da die sonst gewohnte Lagerung des Objekts: mit einer Hauptebene parallel zur Platte, sehr oft nicht durchführbar ist (Klumpfuß Kyphoskoliose usw.), die Hauptebenen auch gegeneinander verschoben sind, die zum Vergleich herangezogenen typischen Normalbilder also vielfach schlecht passen, da ferner Objektteile notgedrungenerweise weit von der Platte abstehen, daher stark verzeichnet werden; bei Beugekontrakturen von Gelenken ist manchmal die Aufnahme in einer Richtung ganz gut brauchbar, alle anderen stark verzeichnet. Sehr oft muß man atypische Einstellungen wählen und eine ganze Reihe von Bildern machen, wenn nicht sorgfältig gemachte stereoskopische Aufnahmen die Rettung bringen. Dieses letztere Verfahren gibt auch, da es genaue räumliche Nachmessung, sogar plastische Nachbildung ermöglicht, die einzigen sicheren Vergleichsbilder zur Beurteilung einer Deformität in ihrer weiteren Entwicklung unter dem Einfluß korrigierender Maßnahmen. Besonders schwierig ist auch die Beurteilung kindlicher angeborener Hüftluxationen nach der Einrenkung, insbesondere im Gipsverband. „Transpositionen“ des Kopfes werden leicht übersehen auf sagittalen Bildern, und frontale sind ja nicht möglich. Hinsichtlich der Ätiologie einer Deformität wird vom Röntgenbild oft zuviel Aufschluß erwartet. Wohl kann man manche Deformitäten auch ohne Kenntnis der Vorgeschichte bestimmt als kongenital erkennen. Bei anderen ist es geradezu unmöglich, eine in der Kindheit durchgemachte Entzündung oder eine alte traumatische Deformität auszuschließen. Der Vergleich der anderen Seite ist natürlich ein wertvolles, aber kein sicher verlässiges Hilfsmittel.

Zum Schlusse wollen wir noch das Skelett vom Kopf bis zum Fuß nach Fehlerquellen absuchen, soweit diese nicht im Vorhergehenden schon geschildert sind.

Gleich am Kopfe sind die Fehldiagnosen sehr zahlreich. Aus einem Schädelbild kann man tatsächlich fast alles herauslesen, was man gerade brauchen kann: Depressionsfrakturen, Tumoren, Veränderungen an der Sella turcica, Entzündungsherde. Das Schädelbild ist eben ein außerordentlich variables Gebilde. Man muß einmal den umgekehrten Weg einschlagen und an einer größeren Anzahl von Schädelröntgenogrammen möglichst viel „hineinlesen“, vor allem an jenen Stellen, welche als krankunverdächtig nicht in Betracht kamen. Wie oft ist schon der Schatten der Ohrmuschel für einen Tumor, das Netzwerk der Warzenfortsatzbasis für Karies, die normale helle Stelle in der Schläfengegend für krankhaft gehalten worden. Wieviele Sellae turcica sind schon zu Unrecht verdächtig worden, wenn sie etwas schief projiziert waren, oder wenn man die beträchtliche Schwankungsbreite der normalen Größe nicht in Rechnung zog. Gerade dann, wenn ein Arzt, der meistens schlechte Schädelbilder macht, einmal eins mit besonders scharfer Struktur bekommt, läuft er Gefahr, allerlei Merkwürdiges zu entdecken, was auf jedem guten Schädelbild in mehr oder weniger ausgeprägter Form vorhanden ist: Diploe-Kanäle, Pacchionische Gruben, versteckte Nähte z. B. hinter dem Felsenbein, am Jochbogen, ferner die Sutura squamosa in sagittaler Projektion. Man halte sich möglichst an die wenigen typischen Aufnahmerichtungen. Bei schräger Projektion

kann auch das Foramen magnum sichtbar werden und die Schädelbasis gefeldert aussehen. Um den Grad der Ausbildung der Jugalcerbrale noch als normal zu bezeichnen, dazu gehört entsprechende Erfahrung.

An der Halswirbelsäule wird nicht immer bedacht, daß der erste Wirbel keinen langen Proc. spinosus hat und daß das Tuberculum anterius stärker vorspringen kann, ferner daß die Dornfortsätze sehr unregelmäßig in ihrer Form sein können (besonders der zweite), auch häufig gespalten sind. Auf Frontalbildern stört die Übereinanderschlebung der kleinen Zwischenwirbelgelenke stark. Bei stärkerer Kyphose der Brustwirbelsäule wird die Halswirbelsäule stark rekliniert, die Wirbel erscheinen daher in sagittaler Projektion stark zusammengeschoben. Halsrippen werden nicht gerade selten übersehen, wenn man nicht ohnedies nach ihnen sucht. Die Schatten des Schildknorpels sehen manchmal auf Sagittalbildern wie Spangen von einem zum anderen Wirbel aus.

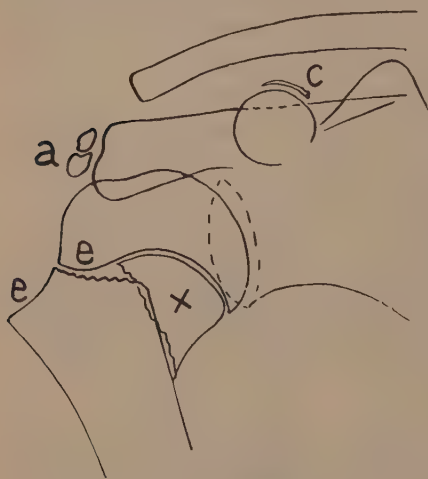


Abb. 9. ee Epiphysefraktur; a Kerne der Akromions; c des Proc. corac.

In den oberen und mittleren Brustwirbeln darf man auf Sagittalbildern keine gute Struktur erwarten, da das Herz und die großen Gefäße stören, manchmal auch ein Strumaschatten. Über die Höhe der einzelnen Wirbel und der Zwischenwirbel täuscht man sich desto leichter, je schräger sie von den Strahlen getroffen werden. Nur beim Kinde erscheint die Wirbelsäule schön gleichmäßig und übersichtlich. An den Rippen älterer Menschen können die rauh konturierten Leisten am unteren Rand leicht für Kallus oder Periostitis gehalten werden. Die meist gesprenkelt auftretenden Verknöcherungen

der Rippenknorpel werden nicht selten fälschlicherweise auf die inneren Organe bezogen. Die letzten Rippen können in knorpeligen Spitzen endigen, deren Verknöcherung ebenfalls ein gesprenkeltes Aussehen haben kann. Der helle Spalt zwischen Handgriff und Körper des Brustbeins ist schon öfters für eine Fraktur gehalten worden.

An der Lendenwirbelsäule irrt man sich leicht in der Nummer der Wirbel, namentlich wenn man nicht alle fünf übersieht. Aber selbst dann können Schwierigkeiten erwachsen, wenn der 1. L.-W. Rippenrudimente trägt, oder der fünfte sich mit dicken Querfortsätzen an das Darmbein anlehnt bzw. wenn der 1. Kreuzbeinwirbel selbständigen Charakter hat. Die Querfortsätze des 1. L.-W. können rippenartig artikulieren. Querfortsatzbrüche werden durch den überschneidenden Psoasrand vorgetäuscht. Eine ganz geringe Drehung der Wirbelsäule oder nicht genau mediane Einstellung genügt, um die kleinen Gelenkspalten auf der einen Seite deutlich, auf der anderen dagegen verschwommen zu zeigen.

Die Schlüsselbeine erscheinen bei medianer Einstellung, wie schon am Schirm zu erkennen ist, grob verzeichnet, geknickt, als bestünden alte Frak-

turen. Schräg verlaufende Brüche werden andererseits leicht übersehen. Das sternale Schlüsselbeinende sieht nach oben subluxiert aus, weil der Zwischenknorpel und der Bandapparat keinen Schatten geben.

An der Skapula macht die Beurteilung des oberen Randes die meisten Schwierigkeiten. Das Übersehen von Absprengungen hat aber nur geringe praktische Bedeutung. Die Apophysenossifikationskerne wurden schon oben erwähnt.

Am Akromioklavikulargelenkspalt wird nicht immer bedacht, daß derselbe bei Kindern wegen der dicken Knorpellage sehr weit ist (Abb 9), und daß er in vorgerücktem Alter, namentlich bei Schwerarbeitern, sehr grob und rauh konturiert sein kann, ohne daß ein Entzündungsprozeß von praktischer Bedeutung vorlag oder vorliegt. Daß der Gelenkspalt nur dann als parallele Doppelkontur kommen kann, wenn er senkrecht zur Plattenebene liegt, ist leicht einzusehen.

Auch der Schultergelenkspalt wird leicht dann falsch oder ungenügend beurteilt, wenn er nicht so eingestellt wird, daß die Pfannenebene senkrecht zur Platte steht. Dies ist aber nur dann der Fall, wenn der Thorax, welchem ja das Schultergelenk schräg, nicht frontal aufliegt, gegen das abzubildende Schultergelenk hin gedreht, das Schultergelenk also auf die Platte niedergedrückt wird. Die Zweiteilung des kindlichen Kopfkerns (plus Tuberculum majus) wird bisweilen mißdeutet. Wird der jugendliche Humeruskopf etwas schräg projiziert, so erscheint die Epiphysenlinie gespalten. Es kommt vor, daß hier eine Fraktur vermutet, die in Wirklichkeit tiefer, am chirurgischen Hals sitzende subperiostale Fraktur dagegen übersehen wird. Gemischte epimetaphysäre Frakturen jugendlicher Knochen müssen genau studiert werden. So ist in Abb. 9 die mediale Hälfte der Metaphyse (X) noch in Verbindung mit dem Epiphysenknorpel, die laterale Hälfte der Epiphyse dagegen zerrissen; e und e gehören zusammen, d. h. untereinander. Grob knirschende, ja hörbar knackende Schultergelenke lassen manchmal jeden röntgenologischen Ausdruck vermissen, wenn eben nur die Gelenkweichteile verändert sind (Kapsel, Zotten, Knorpelränder). Dagegen wird ein von der Pfanne am äußern Rande abwärts verlaufender wulstartiger Vorsprung für etwas Pathologisches gehalten.

Im Bereich des Ellbogengelenks sei das inkonstante Foramen supratrochleare und der Proc. supracondylicus (bzw. eine leichte Einkerbung an seiner Stelle) erwähnt. Krümelige Ossifikationen am Ansatz der Trizepssehne dürfen nicht als traumatische Absprengungen aufgefaßt werden (Abb. 10). Die häufige Inkongruenz zwischen Capitulum humeri und Caputulum radii mit seitlich lateralem Vorspringen des letzteren wird dann kaum falsch gedeutet, wenn man die richtige Lage des Radiusköpfchens zur Ulna und die richtige Lage im Frontalbild sieht (Abb. 11). Verletzungen des Proc. coron. ulnae (Abb. 12) würden weniger oft übersehen, wenn nach diesem Prozessus — auf scharfen Bildern — sorgfältiger gesucht würde. Bei schräg seitlicher Projektion kann



Abb. 10. Kalkablagerung in der Trizepssehne.

die schräg angeschnittene Markhöhle des Humerusschaftes herdförmig aussehen. Das Fehlen einer Periostitis schützt vor falscher Diagnose.

An den Vorderarmknochen wird am häufigsten der ins Lig. interosseum vorspringende, bisweilen auch unregelmäßig konturierte Rand des Radius falsch gedeutet.

Bei hohen Radiusfrakturen wird gerne die häufig begleitende Abrißfraktur des Proc. styl. ulnae übersehen oder nicht mit aufs Bild gebracht. Daß der

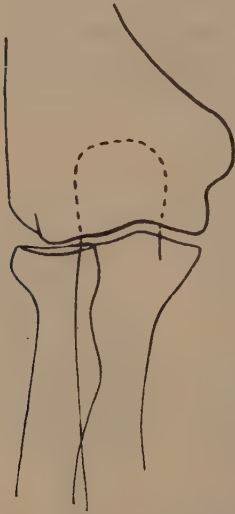


Abb. 11. Inkongruente Flächen des Humeroradialgelenks.

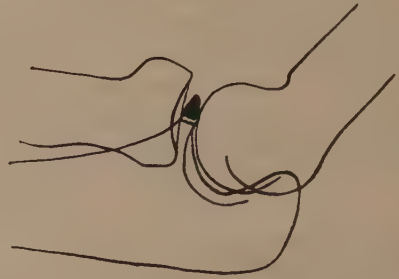


Abb. 12. Fraet. proc. coron. ulnae.



Abb. 13. Os radiale externum.



Abb. 14. Lux. des Ellenköpfchens.

abgerissene Ellengriffel, auch wenn er pseudarthrotisch wird, keiner besonderen Behandlung bedarf, ist für den Praktiker selbstverständlich. Ist infolge der Bänderzerreißung die Handwurzel verschoben, so ist dies ja bei äußerer Betrachtung schon sichtbar.

Das Os radiale externum (Abb. 13) ist ein kleiner Zankapfel. Wir konnten uns nicht überzeugen lassen, daß es stets durch einen abgerissenen Ellengriffel vorgetäuscht werde, also nicht vorkomme. Bei Betrachtung des untern Radiusendes wird auf den Zustand des distalen Radionulargelenks nicht immer geachtet. Ferner wird die Madelungsche Deformität und die traumatische isolierte Ulnaluxation (Abb. 14) auf Röntgenbildern öfters übersehen.

Die genaue Analyse komplizierterer Handwurzelluxationen mit Frak-

turen und Abspaltungen ist schwierig, aber stereoskopisch deutlich zu erfassen.

Das Wichtigste über Täuschungen im Bilde der Metakarpal- und Fingerknochen wurde bei den Variationen schon hervorgehoben. Oft wird zu wenig Gebrauch gemacht von seitlichen Aufnahmen des Metakarpus, auf welchen jedoch bei Anwendung richtiger Technik die einzelnen Knochen recht wohl zu differenzieren sind. Manche Frakturen, die im gewöhnlichen Sagittalbild nur angedeutet sind, kommen dabei deutlich zum Vorschein. Bei Panaritien der Finger wird leicht die Periostitis erkannt, die Bildung kleiner multipler Knochenherde jedoch übersehen oder für Atrophie gehalten. Bei Fingerfrakturen rächt sich die Unterlassung seitlicher Aufnahmen unter Umständen sehr, welche z. B. die dorsale Knickung der Grundgliedfrakturen deutlich zeigen.



Abb. 15. Scheinbare Einkeilung.



Abb. 16. Echte Coxa valga.

Die Kreuzgegend ist wohl diejenige, die am häufigsten vergeblich mit Röntgenstrahlen durchforscht wird, wobei es häufiger zu negativen als zu positiven Fehldiagnosen kommt. Die Tatsache, daß das Kreuzbein gar nicht selten asymmetrisch gebaut ist, erschwert den Vergleich zwischen rechts und links, wird auch insofern vernachlässigt, als deformen Kreuzbeinen bisweilen eine alte Verletzung oder Entzündung angedichtet wird. Sitzen die Schmerzen in der Gegend des 5. L.-W., so werden gerne Asymmetrie seiner Bogenhälften, schiefe Verwachsung derselben oder mediane Spaltbildung diagnostisch überwertet: es werden entweder Verletzungsfolgen angenommen, oder wenn die Hemmungsmißbildung richtig erkannt wird, so wird sie schuldig gesprochen für alle Beschwerden, die in der Kreuzgegend auftreten. Mit der Spaltbildung am oberen oder unteren Ende des Canalis sacralis ist es ebenso. Man findet ihn sehr oft ohne irgendwelche klinische Krankheitszeichen und wenn er bei einem Kranken mit Sakralgie aufgedeckt wird, so darf maß diesen Skelettbefund nicht ohne weiteres für alles verantwortlich machen. Die Lendenwirbel-Kreuz-

beingelenke sind, wie man weiß, nicht selten Sitz von schweren Distorsionen, auch von Frakturen. Der röntgenologische Nachweis wird sehr erschwert dadurch, daß leichte Asymmetrien am 5. L.-W. und obersten Sakralwirbel häufig vorkommen und vor allem, daß die versteckt liegenden Gelenke seitlich unmöglich und selbst stereoskopisch nur sehr schwer zu fassen sind. Selbst wenn der 5. L.-W. schief aufsitzt, so ist das noch kein Beweis, daß er auf der einen Seite abgebrochen ist, und sich gesenkt hat, sondern es ist sehr oft umgekehrt, nämlich daß die schief gewachsene Wirbelsäule ungleich belastet wird und an überlasteten Punkten verletzt, im Bandapparat oder den Gelenken geschädigt wird. Auf die Differentialdiagnose können wir nicht



Abb. 17.



Abb. 18.

Abb. 17 u. 18. Scheinbare und echte laterale Verschiebung des Tibiakopfes.

eingehen, können nur allgemein den Rat geben, bei derartigen fraglichen Befunden das ganze Kreuzbein und die ganze Lendenwirbelsäule zu betrachten; manchmal tragen schräge seitliche Aufnahmen der ganz klein ausgeblendeten Gelenke, linkes und rechtes für sich, zur Klärung bei. Das Röntgenbild sagt dem Kundigen allerlei über den Neigungsgrad des 5. L.-W. Die Feststellung einer ausgesprochenen Biegung im Sinne einer Lordose oder Kyphose ist sehr wichtig; es muß untersucht werden, ob die Ursache nicht etwa in fehlerhafter Beckenneigung (Streckbehinderung im Hüftgelenk u. a.) gegeben ist. Die Neigung des Kreuzbeins ist ebenfalls aus dem Röntgenbild erkennbar, aber nur dann richtig zu beurteilen, wenn der Strahlengang genau bekannt ist. Bei stärkerer Neigung schieben sich die oberen Kreuzbeinsegmente in der Perspektive zusammen und man sieht median die Querschnittsfigur des Kreuzbeinkörpers. Diese Figur wurde schon irrtümlich als Tumor gedeutet und operativ angegangen, da der klinische Befund nicht dagegen sprach. Man hätte bei der Operation vielleicht etwas finden können, doch konnte das Röntgen-

bild keine Indikation zur Operation abgeben, da ein dem als Tumor gedeuteten Schatten entsprechendes Substrat nicht zu erwarten war.

Für die normale Form der *Articulationes sacroiliacae* muß man das Auge eigens schulen. Sonst liest man aus ganz normalen Überschneidungen Frakturen heraus und übersieht wirkliche Trennungslinien, wenn keine seitliche Verschiebung erfolgte.

Am Becken werden, abgesehen von den schon erwähnten Apophysenkernen, am häufigsten falsch verstanden, d. h. irrtümlich als pathologisch aufgefaßt: Rauhe Konturen am Sitzhöcker bei älteren Leuten, rauhe Konturen des Symphysenspalt es auch bei jüngeren Menschen, Darmgasflecken auf den Darmbeinschaufeln. Auf ungenügend scharfen Bildern werden Frakturlinien durch das For. obturat. sowie im Bereich der Hüftgelenkspfanne leicht übersehen.

Am normalen Hüftgelenk wird die normale Ausweitung des Gelenkspaltes von der Mitte abwärts bisweilen verkannt.

Der Schenkelhals ist nur auf wirklich scharfen Bildern so sicher diagnostisch zu erledigen, daß auch Frakturen ohne Verschiebung, Knochenherde, Spätrachitis usw. sicher auszuschließen sind. Fraktуреinkeilung darf nach dem Röntgenbild nie mit Sicherheit angenommen werden (Abb. 15). Über den Neigungswinkel, die Länge und Form des Kollum kann nur dann etwas ausgesagt werden, wenn die Stellung des Beines zum Becken bei der Aufnahme genau bekannt ist. Die Diagnose *Coxa valga* und Schenkelhalsverkürzung wird auch heute noch öfters zu Unrecht gestellt, einfach in Verkennung der natürlichen Projektionsverhältnisse. Abb. 16 zeigt dagegen eine unverkennbare „echte“ *Coxa valga*. Der Knochenkern des Trochanter minor kommt verhältnismäßig selten zu Gesicht, wird daher gelegentlich als Fraktur verdächtigt, kann übrigens wirklich abreißen, wobei er sich in der Regel nach oben verschiebt.

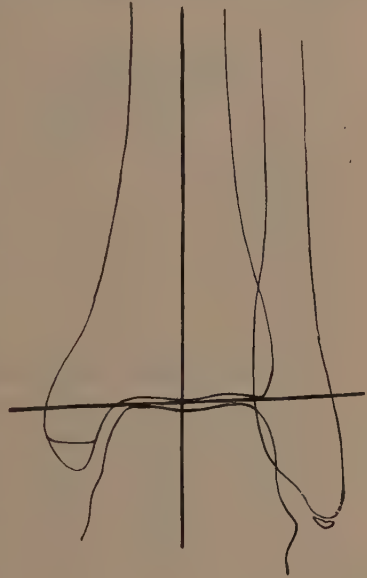


Abb. 19. *Pes valgus*.

Über das Kniegelenk wurde schon manches gesagt. Wie beim Ellbogengelenk haben wir hier häufig eine Inkongruenz der Gelenkflächen festzustellen, besonders lateral, nur kann sie im Kniegelenk durch den Meniskus zum Teil ausgeglichen werden. Vor voreiligen Diagnosen: „abnorme Weite des lateralen Gelenkspaltes“ und „Subluxation des Tibiakopfes nach außen“ sei besonders gewarnt. In Abb. 17 springt der Tibiakopf lateral vor; das gute Aufeinanderpassen auf der medialen Seite beweist jedoch, daß das Gelenk nicht verschoben ist; wohl aber ist dies in Abb. 18 nach schwerer Distorsion der Fall. Den Patellaschatten muß man auf Sagittalbildern von vornherein suchen, wenn man nicht dann und wann durch ihn getäuscht werden will. Auf Bildern, die vom normalen Einstellungstypus abweichen, kommen trotz des einfachen Baues dieses Gelenkes Irrtümer vor. Nicht nur daß die Fabella

sich ins Gelenk projizieren kann, es werden auch die Kondylen stark verzeichnet.

Am Unterschenkel wird namentlich der bei Menschen mittleren und höheren Alters häufig sichtbare knöcherne Saum am Tibiahals gegen das Spatium interosseum hin für Kallus oder für das Produkt einer Periostitis gehalten. Auch am unteren Ende des Spatiums sehen wir zuweilen schwächere Auflagerungen aus der Tibia. Frakturen am Fibulahals können dann übersehen werden, wenn der Knochen nicht frei projiziert wird und zudem weiter von der Platte absteht. Die Fibula ist ein außerordentlich unregelmäßiges Gebilde, wie ein Blick auf jedes Skelett zeigt. Daher wird leicht einmal eine Periostitis, eine alte Fraktur zuviel diagnostiziert. Ragt eine verkalkte Arterie eben über die Knochenkontur heraus, so kann ossifizierende Periostitis vorgetäuscht werden.

Beim Fußgelenk wird gerne versäumt, auf Sagittalbildern die Richtung des Gelenkspaltes zur Längsachse der Tibia zu beurteilen (Pes valgus, Abb. 19). Auf das Fußgewölbe wird, auf seitlichen Bildern, besser geachtet, der Zustand jedoch häufig falsch beurteilt. Die wichtige Feststellung, ob entzündliche Reizzustände infolge der Überlastung sich entwickelt haben, ist leichter zu treffen. Die Subluxation des Fußes nach hinten (neben den die Vorbedingung schaffenden Frakturen) ist nur bei rein seitlicher Projektion erkennbar; auf Schrägaufnahmen ist sie öfter übersehen worden. Dagegen kann man die häufigen Schrägbrüche des äußeren Knöchels manchmal nur bei schräger Projektion nachweisen.

Die Varietäten des Fußskeletts muß man sich stets vor Augen halten. Am Mittelfuß werden subperiostale Brüche leicht einmal übersehen; die Überschneidungen der Tarsometatarsalgelenke wirken leicht verwirrend. Man muß sie „auflösen“ durch Hilfsaufnahmen in verschiedenen Richtungen. Der Spreizfuß ist auf Röntgenbildern deutlich. Aus der Stellung der Metatarsalköpfchen eng aneinander dürfen keine voreiligen Schlüsse gezogen werden. Kennt man nicht die Einstellung des Zentralstrahles, so werden die Schlußfolgerungen falsch.

Irrtümer der Röntgendiagnostik der Verdauungsorgane

Von

Privatdozent Dr. **Johannes Lorenz**

Mit 110 Textabbildungen

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
A. Ösophagus	43
B. Magen	52
Magenform	55
Impressionen durch Skeletteile	57
Impressionen durch Darmgas	58
Impressionen durch Milz und Leber	61
Magendehormierung durch extraventrikuläre Tumoren	64
Verschiedene Sanduhrformen	65
Falsche Nischen	69
Ulkusähnrl. Karzinomnischen	71
Nischenähnrl. Peristaltikwellen	73
Nischenähnrl. Kardiasausguß	75
Spasmusähnrl. Defekt bei Karz.	77
Antrumspasmen	79
Regionärtonische Spasmen am Magenkorpus	81
Verwachsungen des Magens	82
Verwachsungen — Zählung	85
Untersuchungstechnische Fehler	86
C. Duodenum	91
D. Kolon	105

A. Ösophagus.

Beim Ösophagus ist im Gegensatz zum Magen und Darm die Zahl der Krankheitsarten gering, dementsprechend ist auch die Möglichkeit, röntgenologisch diagnostische Irrtümer zu begehen, beschränkt, womit nicht gesagt sein soll, daß einzelne differentialdiagnostische Entscheidungen, z. B. Kardiospasmus gegen Karzinom, sehr schwer sein können. Die Technik der Röntgenuntersuchung des Ösophagus ist verhältnismäßig einfach und wird nicht oft die Ursache für Fehldiagnosen abgeben. Ein unzureichendes Resultat wird man infolge schlechter Beobachtungsbedingungen nur erhalten, wenn man den Ösophagus lediglich in rein sagitaler Durchleuchtungsrichtung untersucht, was aber höchstens ein krasser Anfänger ohne jegliche Vorkenntnisse tun wird. Es ist klar, daß man bei dieser Untersuchungsrichtung für den Ösophagus durch das Zusammenfallen der starken Schatten der Wirbelsäule, des Brustbeins, des Herzens und der Aorta die unzweckmäßigste Beobachtungsmöglichkeit hat. Schon frühzeitig wurde als Untersuchungsrichtung der 1. und 2. schräge Durchmesser dorso-ventral oder der 1. schräge Durchmesser ventro-dorsal angegeben; diese Durchleuchtungsrichtungen zu vernachlässigen, wäre ein Kunstfehler. In diesen Richtungen sieht man den Ösophagus isoliert von den übrigen Schatten. Anschauliche Schemen darüber bringen die Lehrbücher. Eine zweite Möglichkeit, durch falsche Technik ein negatives Resultat zu erhalten, könnte dadurch zustande kommen, daß der Untersucher eine bez. der Konsistenz unzweckmäßige Kontrastmittelmischung benutzt. Diese muß, um genügend dichten Schatten abzugeben, etwas dickflüssig sein, am besten eignen sich sogar steife Pasten von Barium oder anderen Kontrastmitteln. Am zweckmäßigsten benutzt man zuerst die steife Paste und läßt dann ein flüssiges Kontrastmittel nachtrinken. Es könnte nämlich vorkommen, daß bei geringem Speichelfluß oder bei Widerwillen gegen das Mittel die steife Paste länger auf der Schleimhaut des Ösophagus haftet und dadurch eine Unwegsamkeit vortäuscht. Das wären die technischen Fehler, die vorkommen könnten. Diagnostisch haben wir beim Ösophagus zu rechnen mit den angeborenen (Zenkerschen) Divertikeln, den Traktions- oder Narbenzugdivertikeln, dann dem Karzinom und den Ösophagusspasmen, meist auf die Kardia beschränkt, ferner mit Verätzungen und schließlich mit extraösophagealen Kompressionserscheinungen des Ösophagus. Die Diagnose der Divertikel ist leicht, sie sind kaum zu übersehen, höchstens, wenn sie sehr klein und mit Nahrungsresten ganz angefüllt sind. Eine erkennbare Stockung beim Hinabfließen des Kontrastmittels verursachen sie immer, die Aufmerksamkeit des Untersuchers müssen sie also unbedingt erregen. Sich täuschen lassen kann der Untersucher aber, wenn das Ösophaguslumen distal des Divertikels durch Kompression oder Abknickung durch das Divertikel selbst oder durch spastische Vorgänge verlegt ist und deswegen

das Kontrastmittel nicht weiter abwärts gleitet. Es könnte dann irrtümlicherweise eine Karzinomenge oder ein Ösophagospasmus angenommen werden. Die scharfen Abschlußkonturen und die rundliche Form des angeborenen Divertikels sprechen aber dagegen und ein Traktionsdivertikel, das weniger typische Form und nie eine so bedeutende Größe wie das angeborene zeigt, wird keine mechanische Kompression abgeben. Dazu kommt, daß die angeborenen Divertikel einen ganz bestimmten Sitz haben, entweder hoch in Höhe der embryonalen Kiemenspalten (pharyngo-ösophageales oder Grenzdivertikel) oder epiphrenal. Die kongenitale Herkunft der letzteren ist noch umstritten. In den weitaus meisten Fällen dürfte es sich hier um Narbenzugdivertikel handeln.

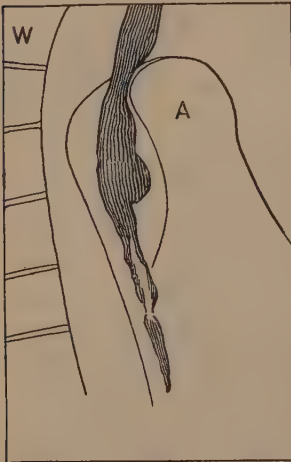


Abb. 1. I. schräger Durchm. Alte Laugenverätzung, jetzt Carc. oesoph. in Höhe der Bifurkation. Sektion bestätigt, daß außer den karzinomatösen Veränderungen noch Verätzungsnarben bestehen, und zwar in Höhe der Bifurkation.

Eine Fehldiagnose bei Verschuß des distalen Ösophagus bei Divertikel ist möglich zu vermeiden, denn der Ösophagus wird dabei nicht zu allen Zeiten verschlossen sein, was schon aus dem Grad der Dilatation des oralen Ösophagusteiles zu erkennen ist, eine wiederholte Untersuchung zu günstigerer Zeit wird ohne weiteres Aufklärung bringen.

Bei kleineren Divertikeln besteht eine Fehlerquelle darin, daß sie, da sie sich meist seitwärts ausdehnen, in bestimmter Durchleuchtungsrichtung in gleicher Achse mit dem übrigen Ösophagusschatten liegen und zum Teil verdeckt werden. Seitlich überragen sie natürlich die Ösophaguskonturen, da die Divertikel breiter sind. Es kann nun dadurch unterhalb des Divertikels eine Enge vorgetauscht werden und der breitere Divertikelschatten als dilatierter Ösophagus aufgefaßt werden. Bei aufmerksamer und sachgemäßer Untersuchung darf das nicht vorkommen. Die geringste Drehung des Patienten, um wenige Grade, läßt das Divertikel freikommen und man erkennt, wie der Abfluß des Divertikels oder, besser gesagt, der Überlauf seitlich neben dem Divertikel in Höhe des Divertikelhalses liegt, also exzentrisch, während beim stenosierten und oberhalb der Enge dilatierten Ösophagus

der Abfluß stets axial liegen muß. Eine Perforationshöhle bei Ösophaguskarzinom wird sich nun freilich ebenso verhalten können, exzentrisch der Ösophagusachse liegen und das gleiche Überlaufen statt Durchfließen des Kontrastbreies zeigen, hier werden wir aber stets zerklüftete Konturen sehen und nie die glatte Rundung wie bei den angeborenen Divertikeln. Es gibt also für diese Art der Divertikel sichere Erkennungsmöglichkeiten, eine Fehldiagnose ist zu vermeiden möglich. Schließlich hat man noch die Möglichkeit, bei Verdacht auf Divertikel vor dem Röntgenschirm eine schattengegebende Sonde einzuführen. Vielfach gelingt es, die Sonde neben dem Divertikelhals vorbeizuleiten. Damit wäre der Nachweis des Divertikels in einer Sitzung zu erbringen. Das Verfahren hat aber gewisse Gefahren, man kann bei falschem Wege den Divertikelboden durchstoßen. Meist aber ist die Sondenanwendung überflüssig. Ungefährlicher ist die Anwendung des Ösophagoscops, aber auch

hierbei sind Irrtümer nicht ausgeschlossen. Das Ösophagoskop ist eine wertvolle Unterstützung in der Diagnostik, wird eine schlagende Konkurrenz für das schonende Röntgenverfahren aber ebensowenig abgeben wie das Gastroskop für die Magenradiologie.

Das Ösophaguskarzinom im oberen und mittleren Drittel des Ösophagus ist im allgemeinen ziemlich typisch und zeichnet sich durch die zerklüftete oder zum mindesten unregelmäßige Abschlußlinie, sowie bei noch einigermaßen durchgängigen Engen, durch die Darstellungsmöglichkeit der Enge selbst aus. Zu Verwechslungen kann es jedoch kommen bei Verätzungen. Diese erstrecken sich meist auf längere Strecken und sollten daran, wie man meinen müßte, zu erkennen sein. Das ist aber nicht der Fall, denn beim Karzinom fällt infolge mangelhaften Durchtritts des Kontrastmittels der distal der Enge gelegene Teil aus, er wird auf längere Strecken nicht entfaltet oder das hindurchtretende Barium fließt in einzelnen Schleimhautfalten abwärts, die Schattensilhouette

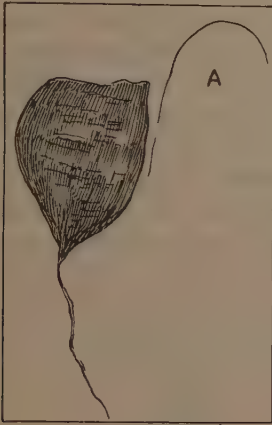


Abb. 2a.
Im I. schrägen Durchmesser.



Abb. 2b.
Derselbe Fall im II. schrägen Durchmesser.

ist also eine unterbrochene und schmale. Wir sind nicht sicher in der Lage, einen durch Verätzung stenosierten Ösophagus von einem Karzinom zu unterscheiden. Nun dürfte aber in den meisten Fällen die Anamnese bekannt sein. Es kann aber der Fall vorkommen, daß dem Röntgenologen die Frage vorgelegt wird, ob ein Karzinom an einem früher einmal verätzten Ösophagus vorliegt (Abb. 1). Außerdem können die von einem Patienten gemachten Angaben falsch sein. Ein Patient mit Schluckbeschwerden glaubt diese auf eine frühere Verätzung zurückführen zu müssen, wie jeder Patient geneigt ist, seine Krankheit durch ein Trauma zu erklären. In solchen Fällen versagt die Röntgenologie und dessen muß man sich bewußt sein!¹⁾

Vereinzelt kommen ferner Karzinome am Ösophagus vor, die im Röntgenogramm atypisch aussehen. Die Abschlußlinie ist scharf und nirgends eine Unregelmäßigkeit zu entdecken, der orale Teil stärker dilatiert, die Enge wurst-

¹⁾ Anmerkung bei der Korrektur: Wir haben kürzlich bei einem Sektionsfalle auch das Umgekehrte erfahren: Eltern verschwiegen eine früher vorgelegene Verätzung.

zipfelartig auslaufend. Differentialdiagnostisch kommt dann Spasmus sehr in Betracht. In solchen Fällen kann nur eine oder mehrere Kontrolluntersuchungen Klarheit bringen, evtl. nach gehöriger Vorbereitung des Patienten mit antispastischen Medikamenten und nach Bettruhe. Das gleiche gilt für die oft

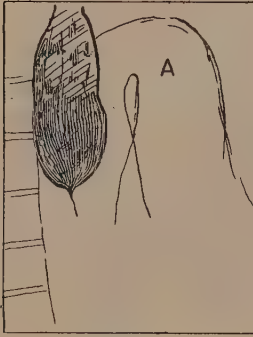


Abb. 3.

schwere Entscheidung zwischen Kardiospasmus und Carc. cardiae, namentlich in den Anfangsstadien des Kardiospasmus, wo die Dilatation des Ösophagus noch nicht so imponierend ist. Bei Kardiospasmus ist die Abschlußlinie keineswegs immer rund, sondern läuft oft spitz aus wie ein Wurstzipfel. Die Kardia ist in manchen Fällen durch einen feinen fadenförmigen Bariumschatten dargestellt (Abb. 2 a, 3 u. 4 a). Das erwartet man bei Spasmus nicht so ohne weiteres. Daß in dem spastischen Teil Kontrastmittel liegt, kommt daher, daß der Spasmus oft erst auftritt, während das erste Kontrastmittel die Kardia passiert. In dem gleichen Moment wird es sozusagen festgeklemt durch die sich kontrahierende Wand und gibt so einen

Ausguß der spastischen Kardia. Durch den Kardiaschatten wird für den Un- erfahrenen nur eine relative Stenose der Kardia vorgetäuscht und er wird geneigt sein die Diagnose Kardiospasmus abzulehnen.

Mit der Stellung der Diagnose Kardiospasmus sollte die Aufgabe des Röntgenologen noch nicht ganz gelöst sein. Manche Fälle von Kardiospasmus sind

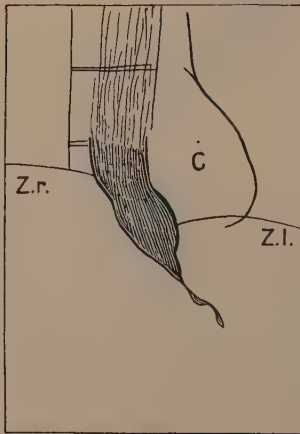


Abb. 4a. Leicht gedreht zum l. schrägen Durchmesser. Idiopathischer Kardiospasmus.



Abb. 4b. Derselbe Fall, in gleicher Lage, um $\frac{1}{2}$ verkleinert im Vergleich zu a, 4 Jahre später.

sekundär bedingt und die Ursache ist röntgenologisch evtl. auffindbar. So publiziert Stierlin in seinem Buche „Klinische Röntgendiagnostik des Verdauungskanaals“ 1916 in Fig. 47 einen autoptisch gesicherten Fall, wo ein tiefes Ösophagusdivertikel die Ursache für einen Kardiospasmus abgab. Ich selbst zeige in Abb. 5 einen Fall, wo der Kardiospasmus durch ein hochsitzendes Magenkarzinom bedingt war. In beiden Fällen war die Kardia frei von Karzinom.

Es ist nun allerdings sehr schwer, bei Kardiospasmus eine genügende Kontrastfüllung des Magens zu erzielen, um eine Magenaffektion zu erkennen. Es dürfte aber wichtig sein, daran zu denken, vielleicht daß der Nachweis doch in einigen Fällen glückt. Dazu kommt noch, daß durch Nachtrinken von Wasser, besonders von Selterwasser, ein Kardiospasmus mitunter gelöst wird und daß das gestaute Kontrastmittel dann passiert. Auch dadurch wird ein Untersucher in der Meinung bestärkt, eine organische Stenose vor sich zu haben. Die falsche Diagnose kann dann zu falschen oder unzureichenden therapeutischen Maßregeln führen.

Vielfach begnügt sich ein Untersucher mit der Diagnose Carcinoma oesophagi in Fällen, wo die Röntgenuntersuchung — in diesen Fällen besonders die Platte — noch weiteren Aufschluß geben kann, der zur Beurteilung des Falles wichtig ist. Das wäre in solchen Fällen eine unvollkommene Diagnose, die zu monieren wäre. Wie Sielmann jr. neuerdings an einem größeren Material (Vortrag, Wissenschaftl. Abend Krankenhaus St. Georg, Hamburg, Februar 1924) zeigen konnte, kann man auf guten, besonders auf abgeblendeten Ausschnittsplatten die Art der Ausdehnung des Karzinoms ablesen und eine Perforationshöhle in die Ösophagusumgebung gut erkennen. Die Feststellung einer Perforation läßt die Prognose wegen zu erwartender Komplikationen noch ungünstiger stellen,

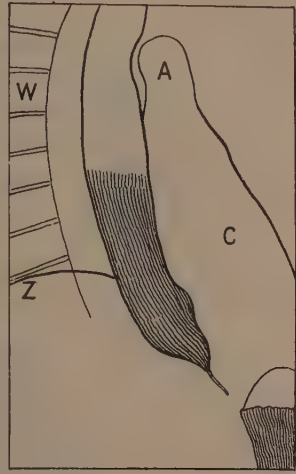


Abb. 5. I. schräger Durchm. Kardiospasmus, ausgelöst durch ein Karzinom der ganzen kleinen Kurvatur des Magens, das $\frac{1}{4}$ Jahr später aufgedeckt wurde (operat.).

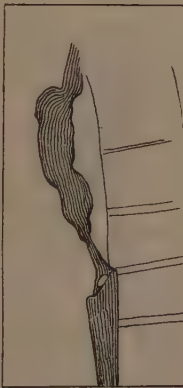


Abb. 6 a. II. schräger Durchm.

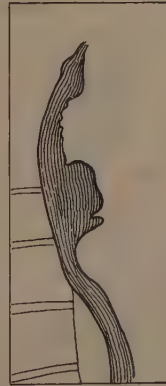


Abb. 6 b. I. schräger Durchm.

Carc. oesoph. Eine große Perforationshöhle, die sich nur in bestimmter Durchleuchtung richtig darstellt.

als sie durch die Erkrankung an und für sich schon ist. Man erkennt die Perforation in mehr oder weniger großen nischenartigen Ausstülpungen in die Nachbarschaft. Diese Nischen können knopfförmig und klein sein,

vielfach sind sie sehr zackig und unregelmäßig und von größerer Ausdehnung. Einige Abbildungen (Abb. 6a u. b, 7a bis d) unterrichten darüber.

Weniger zu übersehen ist ein Durchbruch des Karzinoms in die Trachea,



Abb. 7 a.

Im I. schrägen Durchm.

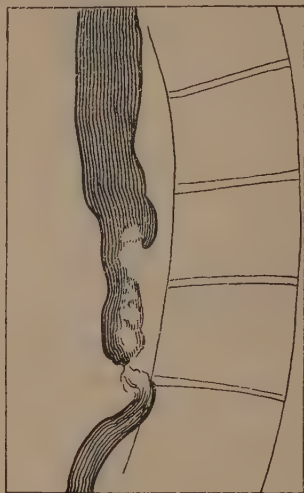


Abb. 7 b.

Der gleiche Fall im II. schrägen Durchm.

Carc. oesoph. Die weitgehende Zerklüftung erkennt man nur bei einer bestimmten Strahlenrichtung.

wobei das Kontrastmittel zu den schönsten Ausgüssen von ganzen Bronchialbäumen führt. Ein starker Husten ist mitunter die Folge, es gibt aber auch Patienten, die kaum auf diesen Fremdkörperreiz reagieren, offenbar weil die Bronchialschleimhaut derartige Insulte schon gewöhnt ist.



Abb. 7 c.

Leicht zum I. schrägen Durchm. gedreht.



Abb. 7 d.

Im II. schrägen Durchm.

Carc. oesoph. Die große Perforationshöhle verschwindet im II. schrägen Durchm. fast vollkommen und könnte bei Beschränkung auf eine Untersuchungsrichtung der Feststellung entgehen.

Die Länge der karzinomatösen Stenose ist aus dem Röntgenbild nicht immer abzulesen. Im allgemeinen ist man geneigt, sie kürzer, als sie in Wirklichkeit sind, anzunehmen. Bei Sektionen ist man dann oft über die lange Aus-

dehnung erstaunt. Das ist dadurch erklärlich, daß oft zuwenig Kontrastmittel den Anfangsteil der Stenose passiert und diese von dem Kontrastmittel nicht ganz ausgefüllt wird.

Es kann aber auch das Umgekehrte vorgetäuscht werden, nämlich, daß die Affektion ausgedehnter erscheint als sie ist. Das kann vorkommen, wenn oberhalb der Enge Speisereste sich befinden, die das Vordringen des schattengebenden Kontrastmittels bis zur Enge verhindern. Dann erscheint es so, als ob große Tumorknoten die Schleimhaut des Ösophagus besetzt hielten; denn zwischen die Speisereste dringt natürlich Barium in geringen Mengen vor und mischt sich in unregelmäßiger Weise. Das sieht dann so aus, als ob Bariumbeläge auf Tumorknoten lägen.

Stenosen des Ösophagus können vorgetäuscht werden durch extraösophageale Gebilde. Dabei bestehen häufig als erstes subjektives Anzeichen

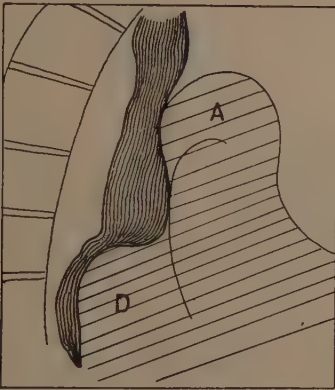


Abb. 8 a. I. schräger Durchm.



Abb. 8 b. II. schräger Durchm.

Großes Karzinom-Drüsenpaket engt schon oberhalb der eigentlichen Karzinomenge den Ösophagus breit ein, so daß die Lokalisation falsch wird.

A = Arcus aortae, D = Drüsenpaketschatten.

Schluckbeschwerden und es kommt bei älteren Individuen der Verdacht auf Karzinom auf. So können Mediastinaltumoren, Aneurysmen der Aorta, sub-sternale Strumen, parapharyngeale bzw. paraösophageale Abszeßbildungen, vergrößerte Hilusdrüsen (Hodgkin), Metastasen maligner Tumoren, den Ösophagus zirkumskript komprimieren und zu einer Stenose führen. Eine derartige Stenose wird stets glattwandig sein, sie wird nie trichterförmig sein, sondern gleichmäßig breit einengend wirken und dürfte somit kaum mit einer Karzinomenge verwechselt werden können. Wohl aber können solche Kompressionseinengungen irritieren, wenn man an beginnendes Karzinom denkt, das noch keine Stenose macht. Bei einer Durchleuchtung ist es nun aber allgemeiner Brauch, die Nachbarorgane mit zu übersehen und sich nicht etwa auf das Hauptobjekt zu beschränken. Es wäre als grobe Nachlässigkeit aufzufassen, wenn ein intrathorakaler, erkennbar großer Tumorschatten durch zu einseitige Einstellung des Untersuchers auf ein bestimmtes Untersuchungsobjekt übersehen würde. Wie schwer es aber in einzelnen Fällen sein kann, Karzinom des Ösophagus bei

nicht besonders schattengebenden komprimierenden Gebilden auszuschließen, zeigte uns erst kürzlich ein Fall, wo ein Senkungsabszeß unbekannter Herkunft die Kompression ausübte und die Verteilung einzelner weniger Bariumpartikel

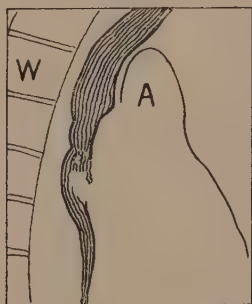


Abb. 9. Sarkomtumoren des Mediastinums, die den Ösophagus unterhalb der Bifurkationshöhe derart komprimieren, daß eine karzinomähnliche Stenose entsteht. (Sektionsfall.)

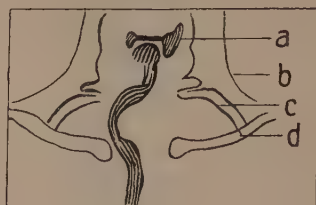


Abb. 10. Thyreoideatumor, der den Ösophagus stark nach r. verdrängt und stark komprimiert, so daß außer der Bogenbildung unregelmäßige Konturen zustande kommen.

- a = gefüllter Sinus piriformis.
- b = äußere Halslinie,
- c = 1. Rippe.
- d = Klavikula.

in dem offenbar plattgedrückten Ösophagus derartig war, daß eine karzinomatöse Neubildung nicht auszuschließen war. Eine Reihe von weiteren Fällen, die einfacher liegen, dienen zur Veranschaulichung (Abb. 9, 10 u. 11). Darunter ist ein Fall hervorzuheben, der das bestehende Karzinom falsch lokalisieren ließ, weil

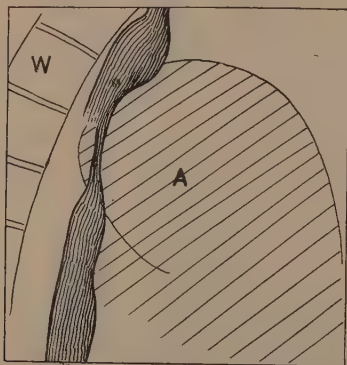


Abb. 11. Aneurysma des Arcus aortae (A) komprimiert Ösophagus stark, die Einengung könnte bei mangelhafter Untersuchung der Thoraxorgane eine Karzinomstenose vortäuschen, zumal die Schattenabschlußlinie am Eingang der Enge eine unscharfe ist.

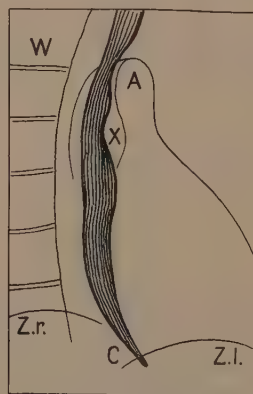


Abb. 12. Die drei physiologischen Engen 1. in Höhe der Aorta (A), Aortenbett 2. in Höhe der Bifurkation (X), 3. beim Zwerchfelddurchtritt (C = Cardia.)

ein großes metastatisches Drüsenpaket den Ösophagus schon weit oberhalb der eigentlichen Karzinomenge breit einengte und schon an dieser Stelle mit normaler Schleimhaut eine karzinomatöse Wandveränderung vorgetäuscht wurde (Abb. 8a u. b).

In diesem Zusammenhange wäre auch zu bedenken, daß man an dem normalen Ösophagus drei physiologische Engen beobachten kann, die durch

Nachbargebilde hervorgerufen werden. An diesen Stellen stockt das sonst frei hinabgleitende Kontrastmittel mitunter einen kurzen Augenblick und verleitet den Unerfahrenen, hier eine pathologische Enge anzunehmen. Am stärksten tritt die oberste Enge hervor, die durch den Arcus aortae bedingt wird, sie fällt namentlich bei älteren Personen mit starrer Aorta oder bei Arteriosklerotikern auf. Man sieht hierbei einen flachen muldenförmigen Eindruck,



Abb. 13 a.

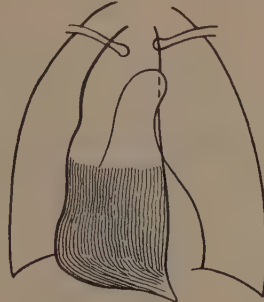


Abb. 13 b.

Riesenhaft dilatierter Ösophagus bei Kardiospasmus, a ungefüllt, b mit Bariumaufschwemmung zur Hälfte gefüllt, täuscht in ungefülltem Zustande, da er den normalen Mediastinalschatten überragt und sich gegen das helle Lungenfeld abhebt, einen Mediastinaltumor vor.

der durch die Aorta hervorgerufen wird, ein richtiges Aortenbett (Abb. 12). Die zweite physiologische Enge, weniger konstant, ist durch die Bifurkation bedingt und die dritte am Kardiaeingang. Die zu beobachtenden Stockungen des Breies an diesen drei physiologisch schmäleren Stellen sind jedoch nur momentartig, man muß sie aber an einer Reihe von normalen Fällen gesehen haben, um im gegebenen Falle entscheiden zu können, wo die pathologische Grenze anfängt.

Abb. 14.

Leichter Fall von idiopathischen Ösophagospasmus (derselbe Fall wie Abb. 4b): Auch hierbei tritt der mit Speiseresten gefüllte, dilatierete Ösophagus konturbildend im r. Lungenfeld in Erscheinung und verursacht, ohne mit Kontrastmittel gefüllt zu sein, eine Verdichtung oberhalb und unterhalb des rechten Hilus. Verwechslungsmöglichkeit mit pleuraler Mediastinitis oder mit beginnendem Tumor mediastini, ev. auch mit abszedierten Bronchialdrüsen.

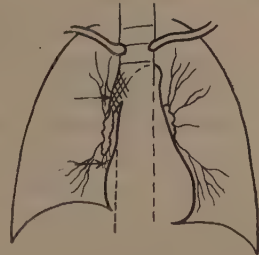


Abb. 14.

Schließlich wäre noch einer Fehlerquelle zu gedenken, die weniger bei einer Untersuchung des Ösophagus als bei einer Lungendurchleuchtung Ursache zu einem diagnostischen Irrtum abgeben könnten. Bei idiopathischem Kardiospasmus kann der Ösophagus derartig dilatiert sein, daß er rechts den Mittelschatten weit überragt und durch Rückstände, die sich in dem Riesensack befinden, einen gegen das helle Lungenfeld auch ohne Kontrastmittel kontrastierenden, diffusen, mitunter auch ungleichmäßigen Schatten abgibt, so daß dieser einen Mediastinaltumor vortäuschen kann. Es gibt derartige Mediastinaltumoren,

die parallel neben den Wirbelsäulenschatten projiziert, eine derartig lange Ausdehnung haben, daß sie die ganze Lungenhöhe einnehmen. Allerdings ist ihre Kontur meist etwas wellig und ihre Schattendichtigkeit, da es sich um massive knollige Tumoren handelt, meist stärker. Die Ähnlichkeit beider Affektionen ist jedoch derart, daß, wer die Riesenösophagi der Kardiospastiker mit ihren enormen Inhaltsmengen nicht kennt, zunächst kaum auf den Gedanken kommen wird, daß es sich hier um einen dilatierten Ösophagus handelt (Abb. 13 u. 14).

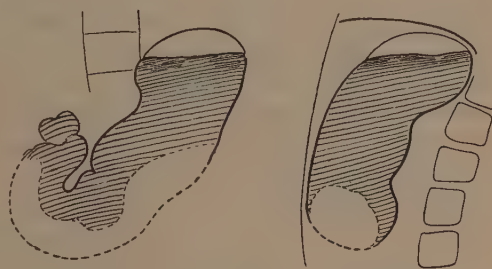
B. Magen.

Beim Magen sind die Gefahren für den angehenden wie auch für den erfahrenen Röntgenologen, Fehldiagnosen zu stellen, besonders groß, hier erwartet ihn eine Unmenge von Fehlerquellen, beherrscht er nicht seine Materie in vollendeter Weise. Und zwar muß er diese beherrschen in zweifacher Hinsicht. Es wird viele Diagnosen nicht stellen, wenn ihm nicht eine vollkommene Technik zur Verfügung steht, d. h. er wird vieles übersehen, das sich ihm bei Anwendung besonderer Untersuchungsmethoden ohne weiteres offenbart. Zweitens ist die Deutung der gewonnenen Durchleuchtungseindrücke und der Röntgenogramme — die Auswertung — eine Sache, die große Erfahrung voraussetzt. Die mangelnde Beherrschung der Technik stellt sich dar als Unterlassungssünde. Die diagnostischen Möglichkeiten werden nicht voll ausgenutzt. So war es in der Zeit der ersten Röntgendiagnostik des Magens. Der Patient löffelte seinen Brei aus, wurde vor die Röhre gestellt und es wurde in dorso-ventraler Richtung eine Aufnahme gemacht und auf diese hin eine Diagnose gestellt, die häufig ziemlich nichtssagend ausfiel und in der Hauptsache sich auf Feststellung grober morphologischer Veränderungen beschränkte.

Und gerade in der Beobachtung des Magens in seiner Funktion liegt der große Wert: zu sehen, wie der Magen sich entfaltet, wie er sich auffüllt, wie die Peristaltik aufkommt, wie der Tonus sich herstellt, schließlich wie und in welcher Zeit die Ausschüttungen in Duodenum und Jejunum vor sich gehen und der Magen entleert wird, das alles ist von großem Wert. Erst dann kommt es zur Beurteilung der aufgefüllten und entfalteten Magensilhouette und der feineren Konturunregelmäßigkeiten, zu der Erhebung der direkten, der lokalen Symptome. Während der ganzen Beobachtung müssen wir uns dabei stets bewußt sein, daß wir bei nur sagittaler Betrachtung den Magen als Silhouette auf eine Fläche projiziert sehen, daß es also wichtig ist, ihn sich von allen Seiten sichtbar zu machen, den Magen also auch bei transversalem Strahlengang, bei Drehung in den I. und II. schrägen Durchmesser auf dem Schirm zu betrachten und sein Augenmerk zu richten auf Veränderungen, die auf der Vorderwand, Hinterwand und an den gekrümmten Flächen sitzen, Veränderungen, die bei sagittalem Strahlengang in Deckung liegen und verborgen bleiben. Schließlich darf man den Magen, wenn es sich nicht um ganz eindeutige Diagnosen handelt, nicht nur in der einen Körperlage beobachten, sondern man muß sich der verschiedensten Lagen des Patienten bedienen (Lagewechsel), um eine Diagnose zu ergänzen oder zu festigen. So bringen rechte Seitenlage, Chaoullage, Rücken- und Bauchlage oft größten Gewinn. Darüber noch weiter unten.

Eine weitere Vorbedingung zur Vermeidung falscher Diagnosen ist, daß

der Untersucher unter den günstigsten Bedingungen arbeitet. Dazu gehört eine gute Vorbereitung des Patienten. Dieser muß mit leerem Magen zur Untersuchung kommen, die Röntgenmahlzeit muß den Magen füllen, ohne daß anderweitiger Speiseinhalt darin ist. Dies ist ohne weiteres zu erreichen, eine Ausnahme bildet die Pylorusstenose, aber auch hier kann der Magen durch Ausheberung völlig entleert werden. Anderenfalls sieht der Untersucher Bilder, die einer durch Tumor veränderten Magensilhouette sehr ähnlich sehen; der Speiserest wird durch die aufgeschichtete Kontrastmahlzeit nach dem Magenboden und Magenausgang gedrängt und täuscht hier einen Füllungsdefekt vor. Magenuntersuchungen werden zweckmäßig, um sicherzugehen, am besten in der ersten Hälfte des Vormittags vorgenommen, um dem Patienten das Fasten zu erleichtern. Aber nicht nur durch feste Speisen wird die Beurteilung des Magens in falsche Bahnen gelenkt, auch die Einnahme von Flüssigkeit vor der Röntgenuntersuchung führt zu Fehldeutungen. Es wird bei vorher genossener Flüssigkeit irrtümlicherweise Nüchtern-



sag. Abb. 15. frontal.

Kontrastbrei auf einen nicht leeren Magen aufgeschichtet, großer Füllungsdefekt, der zur Fehl-diagnose „intraventrik. Tumor“ führen kann.

sekret angenommen, wie wir es beim Ulkus duodeni häufig antreffen und in Verbindung mit anderen Symptomen diagnostisch verwerten dürfen. Bei größerer Menge Flüssigkeit im Magen kann es zu der falschen Annahme von Stauungssekret kommen, wie es bei Pylorusstenose typisch ist. Eine weitere Fehlerquelle in der Beurteilung des Röntgenmagens kann eine übermäßige Darmfüllung abgeben. Der Darm als Unterlage des kaudalen Pols des Magens kann bei starker Füllung eine scheinbar pathologische Lage des Magens bedingen, ja er kann Impressionen hervorrufen, die einem für Karzinom typischen Füllungsdefekt ähnlich sehen. Alle diese Fehlerquellen sind vor der Röntgenuntersuchung auszuschalten und der Patient mit milden Abführmitteln oder mit Reinigungseinlauf vorzubehandeln. Dabei ist, um nicht unbewußt neue Fehlermöglichkeiten zu schaffen, zu beachten, wie der Einzelne auf Laxantien reagiert. Denn es ist klar, daß durch eine gesteigerte Peristaltik des Darmes auch der Magen reflektorisch ein anderes als physiologisches Verhalten zeigen wird.

Eine weitere Vorbedingung zur exakten Magenuntersuchung ist die richtige Beschaffenheit des verwendeten Röntgenbreies (über die Zubereitung [trinkbar flüssig] siehe die Rezepte in den Lehrbüchern). Ein Brei, der alsbald sedimentiert, wird zur falschen Annahme einer digestiven Hypersekretion führen; ein Brei, der seines Geschmackes wegen eine Hypertonie auslöst, wird eine falsche Beurteilung der Magenform geben. Schließlich sind unsere Erfahrungen in der Magenröntgenologie so eingestellt, daß wir den Magen mit einer bestimmten Menge Brei aufgefüllt sehen müssen, sollen uns nicht Fehler unterlaufen, und zwar sowohl bezüglich der Form wie der Funktion. Ein nur halb entfalteter Magen kann sehr leicht in seiner Form Konturlinien geben, wie sie z. B. bei Karzinom vorkommen, auch wird bei nur halber Füllung oft genug eine Ver-

änderung übersehen, die bei voll entfaltetem Magen unmöglich der Beobachtung entgeht.

Vor derartigen, ohne weiteres vermeidbaren Täuschungen heißt es sich also schützen. Wissen muß man, daß verschieden zubereitete Kontrastspeisen ganz verschiedene Entleerungszeiten haben und daß man bei Veröffentlichungen oder in seinem Röntgengutachten immer hinzufügen muß, auf welches Kontrastmittel sich die angegebene Entleerungszeit bezieht. In dieser Abhandlung beziehen sich sämtliche Zeiten auf 400 g Zitobariumbrei. Wir verwenden seit Jahren nur dieses zu unserer größten Zufriedenheit.



Abb. 16. Ein gleichfalls nicht nüchterner Magen in rechter Seitenlage. Speisereste sind gegen den Magenausgang gedrängt und verhindern das Kontrastmittel, hier randbildend zu werden. Füllungsdefekt führt zur Fehldiagnose Karzinom.

Ebenso muß man auch wissen, daß eine für Bariumbrei gefundene normale Magenentleerung nicht besagt, daß der Magen andere Speisen ebenso gut verarbeitet. Unser Kontrastmittel ist in bezug auf Entleerung als ein rein röntgenologisches Reagens aufzufassen und läßt keinen Vergleich zu mit der Korinthen- oder Pflaumenprobe des Magenspezialisten. Schlesinger nennt die Röntgenmahlzeit sehr richtig ein „mildes“ Kontrastmittel.

Der Untersucher muß sich bewußt werden, daß er nicht den Magen selbst sieht, sondern lediglich seinen Inhalt in Form des eingenommenen Kontrast-

breies. Wölbt sich von der Magenschleimhaut aus ein Tumor vor, so bleibt der Kontrastbrei dadurch abgedrängt und wir haben einen Schattenausfall, einen Füllungsdefekt. Umgekehrt ist die Magenwand nach außen vorgebuchtet (Divertikel) oder etwa perforiert (Nische) und die Penetrationshöhle von außen her durch ein anderes Organ oder durch Verwachsungen gedeckt, so haben wir ein Plus an Schatten, wenn das Kontrastmittel in die Vorbuchtung oder Höhle eingedrungen ist. Es ist nun, da wir die eigentliche Magenwand nicht sehen, mit dem Fehler zu rechnen, daß restierende Speiseteile das Kontrastmittel nicht an die Magenwand anliegen lassen und so einen falschen Füllungsdefekt (so wäre das besonders am Magenausgang und Magenboden möglich) vortäuschen, wie andererseits eine Penetrationshöhle oder ein Ulkuskrazer übersehen werden kann, indem diese Gebilde mit Speiseinhalt gefüllt sind und der Kontrastbrei deshalb nicht in sie eindringen kann. In diesen Fällen macht sich der Nachteil bemerkbar, daß wir nicht die Magenwand selbst sehen, sondern nur den Inhalt. Schließlich macht sich das noch bemerkbar bei Palpationsmanövern, wo die Gefahr besteht, daß man den Mageninhalt vor sich herschiebt, statt den evtl. adhären Magen. Bei bestehenden Verwachsungen könnte das zu einer negativen Röntgendiagnose führen.

Nicht einwandfrei ist bei Anfängern häufig schon die Beurteilung der Röntgenmagenform. Über die Normalform haben die Ansichten mit der Zeit gewechselt und dadurch besteht vielleicht etwas Verwirrung. Man muß aber heute wissen, daß die Riedersche Angelhaken- oder Siphonform (kurz Hakenform) zweifellos die Normalform der Magensilhouette ist. Die sog. Stierhornform wird häufig als hypertonisch angesehen, ist es wohl auch in vielen Fällen; zu

beachten ist aber, daß die Magenform sich oft aus der Körperform erklären läßt, daß z. B. einem gedrunken gebauten Mann mit reichlich abdominellem Fettpolster ein hoch- und querliegender Magen zukommt.

Häufiger gesündigt wird von dem Anfänger in der Beurteilung der pathologischen Magenformen, indem Langmagen mit Ptosis und Ptosis mit Hypo- bzw. Atonie, diese wieder mit Ektasie verwechselt werden. Zur Vermeidung solcher falschen Bezeichnungen kann ich in Form dieses Buches nur auf einige markante Unterschiede eingehen und muß im übrigen auf die umfangreichen Einzelkapitel und Abbildungen in den Lehrbüchern verweisen.

Die Ptosis (auch als Gastropptosis oder mechanische Gastrektasie [Groedel] bezeichnet) charakterisiert sich durch die Senkung des ganzen nicht dilatierten Magensinus. Als Grund ist in vielen Fällen eine Verlängerung des Ligamentum hepatoduodenale als Aufhängeband anzusehen und deshalb besteht bei Ptosis auch vielfach eine Pyloroptose und abnorme Bewegungsfreiheit des Pylorus (z. B. in rechter Seitenlage Verschiebungsbreite um 10—15 cm). Der Tonus ist bei der Ptosis regelrecht, die Magensilhouette, sagittal und transversal gesehen, überall gleich breit. Die Entleerung des Magens ist normal.

Bei Hypo- bzw. Atonie haben wir eine Erschlaffung der Magenwand bei richtigen Aufhängevorrichtungen des Magens, also vorwiegend Senkung allein der großen Kurvatur, normale Lage der kleinen Kurvatur und des Pylorus. Der Magen zeigt sagittal gesehen eine Verbreiterung des Sinus, ein Absinken des Breispiegels und eine Taille am Übergang der Pars cardiaca zum Magenkörper bis zur sanduhrähnlichen Enge. Transversal gesehen, zeichnet sich ein solcher Magen durch plumpe beutelartige Form des Magensinus aus. Die Entleerung kann verzögert sein, je nach dem Grade der Tonusherabsetzung.

Die Ektasie erkennt man an der allseitigen Vergrößerung des Magens, der Tonus braucht hier nicht herabgesetzt zu sein, ja vielfach liegt das Gegenteil vor, Hypertrophie der Magenmuskulatur mit Tonus- und Peristaltiksteigerung, der dann mitunter ein Stadium der Erschlaffung, einer Atonie folgt (Wechselstadium Schlesingers). Die Entleerungszeit ist weitgehend verzögert, bis zu mehreren Tagen. Unter Beachtung dieser Hauptkennzeichen wird es in den meisten Fällen gelingen, die einzelnen Magenformen auseinanderzuhalten.

In der Feststellung, ob ein Magen im nüchternem Zustande frei von Sekret ist, darin ist der Anfänger oft unsicher. Größere Mengen Stauungsssekret, so z. B. bei Pylorusstenose, sind nicht zu übersehen, hier setzt sich ein breiter Flüssigkeitsspiegel gegen die Magenblase deutlich ab und fällt auf. Kleinere Mengen Nüchternsekret, so etwa 200—300 ccm, wie es oft bei Ulcus duodeni vorkommt, sind nicht so ohne weiteres zu erkennen. Der Röntgenbrei gleitet dabei ohne jeglichen Widerstand auf den kaudalen Pol, er passiert nicht in gerader Straße sondern in unzusammenhängenden Partien, er flottiert zu Boden; Groedel sagt, wie wenn man Himbeersaft in Wasser gießt. Das Normale beim leeren Magen ist, daß die Magenwände, die platt wie ein Feuerwehrschauch aneinanderliegen, dem eintretenden Bissen einen gewissen Widerstand entgegenzusetzen, woraus wir den richtigen Tonus der Magenmuskulatur ablesen. Indem dieser Widerstand bei kleinen Mengen Nüchternsekret fehlt, weil der Magen eben schon teilweise entfaltet ist, wird von dem Nichtkenner dieses Vorganges fälschlicherweise ein mangelnder Tonus angenommen. Dieser Irrtum ist zu vermeiden, indem man erstens den Vorgang der Entfaltung genau beobachtet, zweitens

versucht, schon vor Beginn der Röntgenmahlzeit den Magen auf Nüchternsekret zu untersuchen. Das ist möglich, indem man mit enger horizontaler Blende den Fundus einstellt und, wenn der Zentralstrahl auf den Flüssigkeitsspiegel eingestellt ist, diesen als solchen erkennt, auch wenn er nur schmal ist; ferner kann man sich im Zweifelsfalle, ob es sich um einen Flüssigkeitsspiegel handelt oder um eine Linie, die evtl. vom Fundusboden oder einem Stück Kolonwand verursacht ist, Gewißheit verschaffen, indem man Undulationswellen erzeugt durch leichte Schläge gegen die Magengegend, dicht unterhalb des fraglichen Spiegels (Benutzung des Bleiknopfdistinktors!). Ich glaube, daß wir auf diese Weise in der Lage sind, auch kleinere Mengen von Sekret, etwa 150—200 ccm, festzustellen. Zuverlässigkeit des Patienten, daß er nicht etwa 1—2 Stunden vor der Untersuchung irgendeine Flüssigkeit getrunken hat,

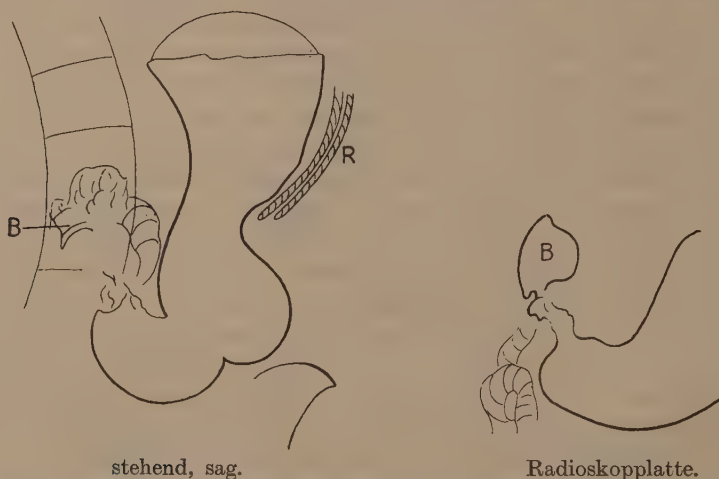


Abb. 17. Rippenimpression einen lokalen Spasmus vortäuschend. Gleichzeitig typischer Füllungsdefekt des Antrums und Pylorusinsuffizienz. Trotzdem 2 h. p. c. noch 3 Querfinger hoher Rest. Op.: Karzinom direkt vor dem Pyl. sitzend, operabel. Ein derartiger Füllungsdefekt kann auch durch Antrumspasmus vorgetäuscht werden.

R = Rippen; B = Bulbus duod.

ist Vorbedingung! Zu verwenden ist das Symptom „Nüchternsekret“ vielfach bei der Diagnose Ulcus duodeni, bei Ulcus ventr. ist es nicht so häufig. Zu unterscheiden ist Nüchternsekret von Digestionssekret, das mehr bei Ulcus ventriculi vorkommt und an der während der Untersuchung entstehenden und wachsenden, oft mehrere Querfinger hohen, dem Kontrastbrei aufgeschichteten, hellen Flüssigkeitszone zu erkennen ist. Schlesinger hat dieser die Bezeichnung Intermediärschicht gegeben (IMS). Näheres s. in Schlesingers „Röntgendiagnostik der Magenkrankheiten“. Differentialdiagnostisch wird der Unterschied zwischen Nüchternsekret und Digestionssekret nie ausschlaggebend sein, ist aber bei vorhandenen weiteren Symptomen in Verbindung mit diesen sehr wohl verwendbar. In allen Fällen hat es Interesse für den Magenspezialisten.

Leicht unterlaufen Fehldiagnosen dem in der Magenradiologie weniger Erfahrenen durch kleine Deformitäten des Magens, die durch Druck von außen her bewirkt werden, so durch Teile des Skeletts, durch benachbarte normal

große und natürlich auch durch vergrößerte Nachbarorgane. Auch die Füllung benachbarter Hohlorgane beeinflusst die Magenform mitunter derartig, daß zu Täuschungen Anlaß gegeben ist.

Solche Möglichkeiten kennen, heißt meistens schon den Fehler vermeiden. Vielfach sind aber gerade die einfacheren Dinge unbekannt. Und so ist es mit der Impression, die der linke Rippenbogen, wenn er stärker einspringt, auf den Magen ausüben kann. Wir haben das bei Frauen und Mädchen sowohl wie bei Männern. Es ist nicht nur das Korsett, das eine Schnürfurche bewirken kann, sondern dazu genügen dauernd und fest angezogene Rockbänder und Leibriemen. Es kommt zu Deformitäten der unteren Thoraxapertur wie bei Skoliose und wie nach Rachitis. Ein solcher eingedrückter Rippenbogen übt auf den Magen eine Impression aus, die am stärksten an der großen Kurvatur in Erscheinung tritt, im Gegensatz zur spastischen Einziehung flach ist und nur allmählich



Abb. 18. Impression durch linken Rippenbogen (Feststellung durch Palpation); dieser springt infolge Skoliose besonders stark ein.



Abb. 19. Gasimpression durch Druck evtl. eine Wandaffektion vortäuschend. Die Längsfalten der Magenschleimhaut liegen ebenfalls im Bogen wie die Großkurvatur selbst. G = Gas im Colon.

zunimmt, sich nach der Vorderfläche des Magens mehr und mehr verliert, im chatten also allmählich matter wird und unscharf erscheint (Abb. 17, 18 u. 68). Sie darf nicht mit einem infiltrierenden oder das Lumen einschränkenden Tumor der Magenwand, ausgehend von der großen Kurvatur, verwechselt werden. Wie hütet man sich vor einem derartigen Fehler? Erstens durch Inspektion des Patienten, was überhaupt vor jeder Magenuntersuchung vorgenommen werden sollte, dann durch Palpation mit der geschützten Hand oder einem zur Palpation im Röntgenstrahl geeigneten Instrument (Bleiknopfdistinktor, Holzknachtlöffel). Die Inspektion gibt Aufschluß, ob überhaupt eine Deformierung des Rippenbogens vorliegt, die Palpation ergibt, ob der Rippenbogen mit dem fraglichen Defekt am Magen zusammenfällt. Der Erfahrene wird aus der Art des Füllungsdefektes evtl. auch ohne daß er den Körperbau des Patienten kennt, sich schon eher ein Bild machen können, was vorliegt. Bei Druck, den ein intraventrikulärer Tumor auf den Magenbrei ausübt, so daß es zu Schattendifferenzen, zu einem sog. Füllungsdefekt kommt, sieht man häufig Ungleichmäßigkeiten

des Schattens, die Holzknecht treffend mit Fingereindrücken verglichen hat und die von einzeln vorspringenden Tumorknoten erzeugt sind.

Daß man durch allzu starken Druck mit der Plattenkassette Schattenausfall künstlich erzeugen kann, dürfte selbstverständlich sein und muß vermieden werden. Ein warnendes Beispiel dafür bildet Schlesinger in seiner bekannten „Röntgendiagnostik“ 3. Aufl., Abb. 138 ab. Der Füllungsdefekt durch artefiziellen Druck erzeugt, ist von einem Karzinom nicht immer zu unterscheiden.

Nicht richtig gedeutet wird oft ein Druck, den die Wirbelsäule unter der Last des Körpers, also in Bauchlage oder auf dem Radioskop, ausübt und der großen Schattenausfall durch Abquetschung des betr. Magenteiles hervorruft (cf. Abb. 82).

Täuschungen veranlaßt ferner eine stärkere Gasfüllung der linken Flexur oder des Colon descendens, die eine ähnliche Impression wie die des Rippenbogens hervorruft und zu derselben falschen Annahme einer malignen Wandaffektion führen kann. Dabei braucht der Magen durch das Gas nicht erkennbar verdrängt zu sein. Ist er es, so wird man auf die Ursache leicht hingewiesen, ist er es nicht, so muß den Untersucher die durch die Strahlendurchlässigkeit des Gases bedingte starke Aufhellung auf der Platte auf die Fehlerquelle aufmerksam machen. Noch besser fallen schon bei der Durchleuchtung Gasansammlungen als große, helle, blasige Schatten auf und lassen oft den ganzen Kolonverlauf gut erkennen, besser als auf der Platte, wo starke Überstrahlungen (lokale Überexposition) oft die Darmwandkonturen und die charakteristisch hervortretenden scharfen Haustrenfaltenschatten aufheben. Es ist zweckmäßig, sich ganz systematisch jeden Durchleuchtungsbefund auch zu skizzieren, denn, hat der Untersucher an einem Tage mehrere Magen untersucht und tritt rückblickend eine Frage an ihn heran, so trägt das Gedächtnis leicht, während eine sofort angelegte Skizze des Magens und seiner Umgebung schnell und sicher orientiert.

Bedenken muß man, daß bei Gasansammlungen im Darme der dorso-ventrale Tiefendurchmesser der Abdominalhöhle eine Rolle spielt. Bei geringem Tiefendurchmesser kann schon ein geringer Gasgehalt des Kolons einen stärkeren Eindruck auf die große Krümmung verursachen, bei Leuten mit geräumiger Bauchhöhle können stärkere Ansammlungen die Magenform ganz unberührt lassen. Hierfür einige Skizzen nach Platten, die zeigen, wie solche Gasimpressionen ein Karzinom vortäuschen können, durch Beachtung der vorhandenen Gasansammlung aber Fehldiagnosen vermieden werden (Abb. 19, 20 u. 21).

Der Form nach zwar richtig diagnostiziert, der Ursache nach aber falsch wird eine Magendeformität, wenn Gasbildungen im Darme das physiologische Maß stark überschreiten und den Magen nicht nur treppenartig nach rechts, sondern auch, wie dem Untersucher die Transversaldurchleuchtung zeigt, ventralwärts verdrängen. Da der Magen an der Kardia fixiert, mit seinem absteigenden Teil aber frei beweglich ist, so kommt es zu einer richtigen Kaskadenform, wobei das Gaspolster die Magenmitte von hinten und unten her anhebt und, sagittal gesehen, eine Zweiteilung des Magens in Fundusteil und Magenkorpus hervorruft.

Die typische Kaskadenform zu erkennen ist nicht schwer, die schwierigere Aufgabe für den Untersucher besteht darin, die Ursache richtig zu erkennen. Narbigschwierige Wandveränderungen, Verwachsungen des Magens oder Raf-

fungen, so daß ein sog. reitender Magen zustande kommt, sind die anderen Ursachen für seine Entstehung; die Entscheidung des Röntgenologen ist für das Vorgehen des behandelnden Arztes ausschlaggebend. Hier heißt es also vor-



Abb. 20. Verdrängung und Impression durch Gas im Colon eine Wandinfiltration (Karzinom) vortäuschend.

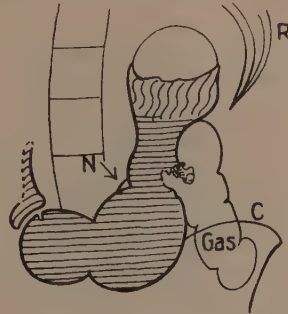
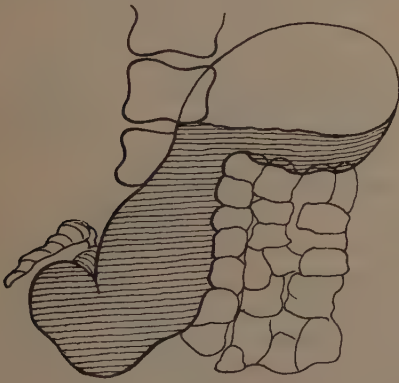


Abb. 21. Gasimpression auf die große Kurvatur läßt diese wie bei Karzinom infiltriert erscheinen. Gleichzeitig Nische und lokale Einziehung an gegenüberliegender Stelle. Diagnose „Ulc. vent. et. duod.“ (durch Kontrollen gesichert).

R = Rippenbogen; C = Crista il.;
N = Nische.

sichtig sein. Liegt eine Kaskadenform bei gleichzeitig bestehender übermäßiger Gasansammlung vor, so muß man versuchen, um berechtigt zu sein, diese als die harmlosere Ursache anzunehmen, den Darm von seinem Gas zu befreien und dann



sag., stehend.

Abb. 22.

r. Seitenlage.



Kaskadenmagen infolge abnormer Gasansammlung im Colon desc. und der l. Flexur. In r. Seitenlage hängt der Magen frei aus, das gesamte Gas hat sich unter dem linken Zwerchfell in der l. Flexur gesammelt und liegt jetzt in Deckung mit der großen Magenblase.

die richtige Magenform wiederherzustellen (Abb. 22). Der Magen muß sich nach der Gasableitung also frei aushängen. Zu rechnen ist aber damit, das der Meteorismus evtl. eine mechanische Ursache hat und es nicht gelingt, ihn zu entfernen.

Abgesehen von durch Kloiber bei Ileus beschriebenen zahlreichen horizontalen Flüssigkeitsspiegeln im Darne, dürfte, um dies zu entscheiden, vor allem das klinische Bild mitsprechen. Auch an dieser Stelle ist zu betonen, daß wir Röntgenologen uns nicht einbilden dürfen, überall auf Grund unserer Spezialwissenschaft alle Fragen lösen zu können. Die Röntgenuntersuchung ist stets nur ein Teil der ganzen Untersuchung und den Ausschlag bez. einer Diagnose kann nur die Würdigung aller vorliegenden Untersuchungsergebnisse und deren gegenseitige Abwägung sein. Jedes andere Verhalten wäre fehlerhaft, denn jeder Untersuchungsmethode können Fehler anhaften, so auch der Röntgenmethode. Auf deren Fehlermöglichkeiten hinzuweisen und sie nach Möglichkeit abzustellen, ist ja gerade der Zweck dieses Buches. Sie zu vermeiden, dazu gehört also auch der innige Kontakt mit der Klinik. Wird der gewahrt, so werden wir oft rechtzeitig genug auf Widersprüche aufmerksam gemacht und können in Betracht kommende Fehler noch oft durch Kontrolluntersuchungen zu günstigeren Zeiten und unter besseren Vorbedingungen ausschalten.

Weniger zu Täuschungen Anlaß gibt der Eindruck, den die normale Milz auf den Magen machen kann. Ein derartiger Eindruck sitzt meist hoch an der großen Krümmung und oberhalb des linken Rippenbogens. Infolge des besonderen Sitzes und ihrer Form ist diese Impression weniger dem Karzinom ähnlich. Die Milzipression ist der Form der Milz entsprechend meist breit muldenförmig und lang, der Magen hat auf der Großkrümmungsseite der Pars cardiaca eine flache Delle (cf. Stierlin, Abb. 70/69: Impr. auch unterhalb der Magenblase), die häufig auch in das Bereich der Magenblase fällt. Differentialdiagnostisch wichtig ist, daß der Schattenausfall glattrandig und nicht zerklüftet ist. Einen Druck übt die normalgroße Milz nur beim stehenden Patienten aus und nicht in Rückenlage. Die Durchleuchtung nach Lagewechsel kann also leicht vor Fehldiagnose behüten (cf. Abb. 33a).

Die Impression, die eine vergrößerte Milz auf die große Krümmung ausübt, ist ebenfalls leicht erkennbar, sie sitzt tiefer als obige und hat dieselbe flache Form, sie ist höchstens mit anderen extraventrikulären Tumoren zu verwechseln (Nierentumor). Da es klinisch aber nicht schwer ist, eine vergrößerte Milz zu palpieren und richtig zu lokalisieren, so dürfte in den meisten Fällen die klinische Diagnose schon vor der Röntgendiagnose feststehen.

Viel häufiger als die Milz gibt die vergrößerte Leber eine Fehlerquelle ab. Sie drückt auf die kleine Krümmung des Magens, sie flacht den Angulus breit ab. Die kleine Krümmung schmiegt sich der Leberoberfläche an und gibt ein Negativ derselben; da, wo Knoten die Leberoberfläche überragen, haben wir flache Vertiefungen und zwischen zwei Knoten eine Schattenvorwölbung. Die kleine Krümmung wird also ungleichmäßig wellig und es ist schwer zu unterscheiden, ob diese Veränderung ihren Ausgang von der Magenwand selbst hat oder extraventrikulär bedingt ist. Erschwert wird die Entscheidung dadurch, daß gerade der linke Leberlappen durch seine hohe Lage nicht zu palpieren ist, dann, daß durch die erkrankte Leber die röntgenologisch zu beobachtenden Funktionen des Magens beeinträchtigt sein können wie bei einer Magenerkrankung selbst. Diese abweichenden Magenfunktionen dürfen also diagnostisch nicht verwendet werden. Dazu kommt noch, daß die Veränderungen der Leber auch sekundär sein können, daß es sich z. B. um Karzinommetastasen handeln kann, wobei der primäre Sitz des Karzinoms am Magen liegen kann. Zu entscheiden, ob der

Magen oder die Leber erkrankt ist, diese Aufgabe wird dem Röntgenologen oft gestellt, sie ist leider oft nicht glatt zu beantworten und Fehldiagnosen kommen

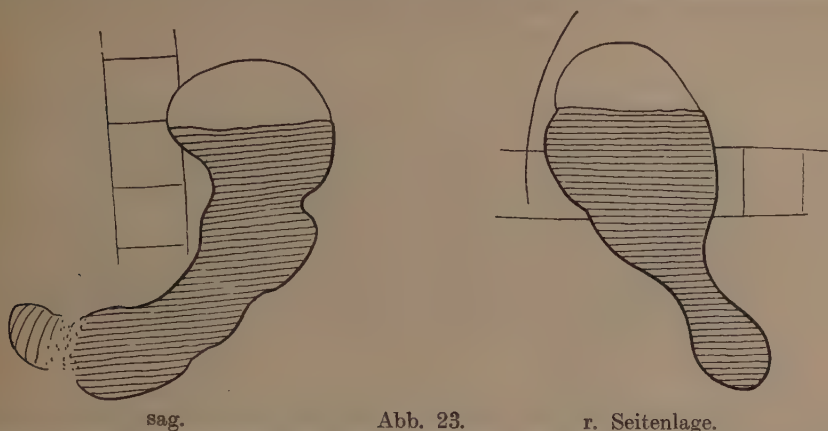


Abb. 23.

r. Seitenlage.

Lebertumoren flachen den Angulus breit ab. Magenausgang durch Kompression sehr unscharf, schlecht entfaltet, deshalb verdächtig auf hier zu lokalisierenden Sitz des primären Tumors. Rechte Seitenlage bestätigt diesen Verdacht nicht, hier Magenausgang vollkommen entfaltet, Konturen scharf. Operat. zeigte Magen o. B.

hier vor. Sie zu vermeiden, ist nicht immer möglich. Nie darf man sich damit begnügen, auf Grund einer am stehenden Patienten gefundenen, evtl. durch

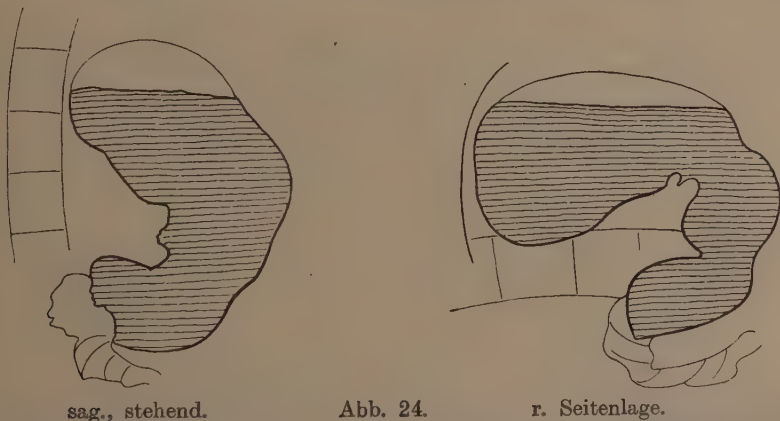


Abb. 24.

r. Seitenlage.

Primäres Carc. pyl. und reichl. Lebermetastasen. Leber stark geschwollen bis Nabelhöhe. Einzelne knotige Lebertumoren machen Impressionen an der kleinen Kurvatur. Die große Leber verhindert den Magen an der freien Verlagerung in r. Seitenlage. Der Pylorus war insuffizient. 2 h. p. c.: Magen leer. Röntgendiagnose: Extravent. Tumor. Sektion: Kinderfaustgroßes Carc. pyl. Bis hühnereigroße Metastasen durchsetzen die Leber. Epikrise: Die Pyl.-Insuffizienz und Antrumdeformierung hätte die Diagnose bez. des Magenkarzinoms richtig stellen lassen müssen. Die Impressionen an der kleinen Kurvatur sind schwer zu beurteilen. Dadurch, daß die Leberschwellung gut zu palpieren war, sind sie richtig beurteilt. Es wäre aber auch damit zu rechnen gewesen, daß sie durch Schleimhautmetastasen des Magens hervorgerufen gewesen wären.

Kompression bedingten mangelhaften Entfaltung des Magenausganges die Tumordiagnose zu stellen. In diesen Fällen muß man in günstigeren Körperlagen

die Untersuchung ergänzen. Als solche kommen in Betracht die rechte Seitenlage und vor allem die Lage auf dem Radioskop. Hier lastet der Druck der schweren Leber nicht so sehr auf dem Magen, und gerade der Magenausgang, die Prädilektionsstelle für Tumoren, wird unter dem Druck der ganzen Kon-

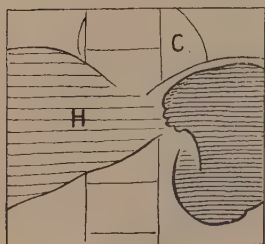


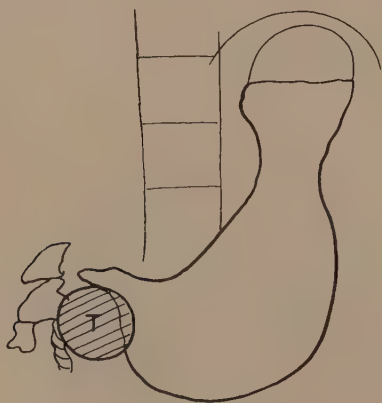
Abb. 25.

Abb. 25.

Großes Karzinomfüllungsdefekt der Pars card. (in Rückenlage mit Beckenhochlagerung zur Füllung des Fundus), falsch gedeutet als Druckwirkung des linken Leberlappens. Ösoph. wurde glatt passiert vom Ba., obwohl Sonde in 36 cm auf Widerstand stieß. Bei Durchleuchtung im Stehen war der große Füllungsdefekt angeblich nicht vorhanden und alle Konturen glatt. Große Magenblase ließ aber eine einwandfreie Beurteilung nicht zu, deswegen in Rückenlage Ergänzung der Untersuchung. Sektion (nach 8 Monaten) deckte die Fehldiagnose auf. H = Leber; C = Cor.

trastmasse eher zur Entfaltung gebracht. Mit der Feststellung eines in einer dieser Lagen leicht erkennbaren direkten lokalen Symptoms ist die Diagnose gestellt (Abb. 23 u. 24).

Wie die irrtümliche Annahme einer Impression durch den linken Leberlappen zu einer Fehldiagnose führte, zeigt folgender Fall: aus diesem und anderen ist zu



sag., stehend.



r. Seitenlage.

Abb. 26. Pankreastumor. Ektasie. Hyperperistaltische Stadien wechseln mit atonischen ab. Pyl. insuffizient. 2 h. p. c. $\frac{1}{4}$ Rest. Schärfe der Magenkontur im Bereich des palpablen Tumors und Füllungsdefektes. Der Magen kommt in r. Seitenlage vom Tumor frei, Füllungsdefekt bleibt aber in gleicher Form bestehen (Drahtling ist nach Lagewechsel neu gelegt!). Röntgenologisch wird, weil die Magenkonturen auffallend scharf sind und der Magen kommt vom Tumor, extraventrik. Tumor diagnostiziert. Operationsbefund: Überapfelgroßes Carc. pyl. inop., Pankreasmetastasen (war falsch). Sektion: Pankreaskarzinom, ausgehend vom Kopf, ins Duod. durchbrechend!

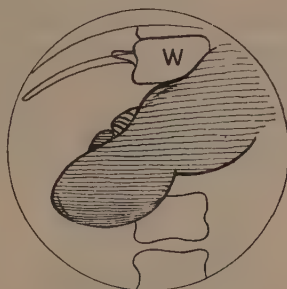
schließen, daß man mit einer Impressionswirkung des platten und an Tiefe geringen normalen linken Leberlappens kaum zu rechnen braucht, ja, daß es evtl. falsch ist, ihn in seine Erwägungen zu ziehen, wenn nicht klinisch Anlaß vorliegt, eine Lebererkrankung anzunehmen (Abb. 25).

Recht tückisch verhalten sich Pankreastumoren bez. der Gestalt, die sie

dem Magen geben. Hier ist zwar eine Arbeit von Püschel (Fortschr. Bd. 27 S. 495) aus dem Krankenhaus Hamburg-Barmbeck vorliegend, in der an Hand von 6 autopsisch geklärten Fällen einige Normen aufgestellt sind. Wie dessen



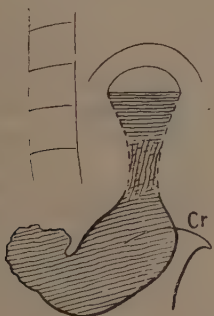
stehend, sag.



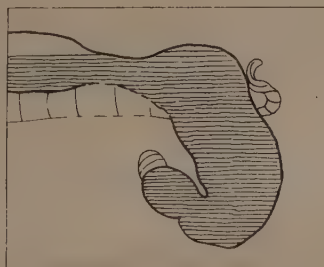
in halbbrechter Bauchlage.

Abb. 27. Pankreastumor, Adhäsionen am Pyl. (Operiert.) Klin.: Verdacht auf Neopl. ventric. Röntgenbefund: Hochstehender, ganz nach rechts verdrängter Magen. Ähnlichkeit mit Einrollung. bzw. Dextrofixation pyl. oder duodeni. Schwache Perist. Konturen scharf. Kein Füllungsdefekt. 2 h. p. c.: $\frac{1}{4}$ Rest. Ulcus ad. pyl. diagnostiziert. Fehldiagnose. C = Crista il.; W = Wirbelsäule.

Fall 6 und hier an einem Falle (Abb. 28) gezeigt wird, gibt es aber auch anders liegende Fälle, und dadurch ist die Sicherheit in der Differentialdiagnose auch für den alten Röntgenologen eine mäßige und die Zahl der Fehldiagnosen häufig, ihre sichere Vermeidung ein noch ungelöstes Problem.



stehend, sag.



r. Seitenlage.

Abb. 28. Kompression eines Pankreastumors auf Magenausgang und -mitte. 54jähr. Mann. Seit 14 Wochen Ikterus. Starke Abmagerung. Hep. auct. bis Nabelhöhe. Klin. Diag.: Ikterus auf der Basis eines Karzinoms? Röntgenologisch: Ektat. Magen. Magenausgang im Stehen unscharf, aber in r. Seitenlage scharf. 2 h. p. c. $\frac{1}{4}$ Rest, 4 h. p. c. leer. In r. Seitenlage bleibt Corpus ventr. links liegen, Pars pyl. sinkt nach r. über. Matte Kontur der Kleinkurvatur. Röntgendiagnose: Extraventr. Tumor möglich. Operationsbefund: Kleinapfelgroßer Tumor vom Pankreas ausgehend, sich nach oben zur Leber und hinter das Duod. ausdehnend. Ausführungsgang der Ves. fell. komprimiert. Magen und Duod. frei.

Vorwiegend wird nach Püschel von Pankreastumoren der Magen gehoben, so daß der untere Pol hochliegt und die große Kurvatur eingedrückt wird. Häufig entsteht ein direkter Füllungsdefekt des Magenausgangs auf der Großkurvaturseite, der mit intraventrikulärem Tumor große Ähnlichkeit hat.

Die Unterscheidung von Magentumor und Pankreastumor erleichtert dagegen nach Püschel eine häufig bestehende Duodenalstenose, die das vergrößerte Pankreas durch seine unmittelbare benachbarte Lage ausübt, während dies bei Ca. ventr. selten sein dürfte. Wichtig kann sein, daß die für Ca. pylori infolge der Wandstarre oder des oberflächlich bereits zerfallenen Tumors (röhrenförmig, tunnelartige Stenose) typische Pylorusinsuffizienz bei Pankreastumor vermißt wird.¹⁾

Dies gilt allgemein auch für alle anderen extraventrikulären Tumoren, wo bekanntlich häufig Gelegenheit zur Fehldiagnose gegeben ist. Netz-, Mesen-



stehend, sag.

Abb. 29a



in Bauchlage, dorsoventr.

Abb. 29b

Durch retroperitoneales Karzinom vorgetäushtes Carc. cardia et ventr. part. card. Der Kontrastbrei floß mit Stockungen durch die Kardialia, kurz vor deren Mündung war der Ösoph. dilatiert. Der Magen war linksverdrängt und das erste Barium floß in großem Bogen ein. Mit zunehmender Füllung glich sich der Bogen aus und der Magen hing sich aus. In r. Seitenlage zeigte sich die kl. Kurv. starr. In Bauchlage trat neben der Kardiamündung ein Füllungsdefekt hervor, in dessen Bereich vereinzelt Bariumniederschlag wie in Falten lag. 1 h. p. c. war der Magen leer. Es wurde Carc. ventr. diagnostiziert. Die Operation, $\frac{3}{4}$ Jahr später, ließ einen doppel Faustgroßen, retroperitonealen Tumor feststellen, der hart und höckerig war. Magen war vollkommen frei beweglich, Pylorus durchgängig. Epikrise: Sichere Unterscheidung, ob intra- oder extraventrikulärer Tumor, ist hier röntgenologisch kaum möglich. Die Fehldiagnose ist entschuldbar.

terial- oder Wirbelsäulentumor maligner Art oder benigne Tumoren wie Bauch-aortenaneurysma, große tuberkulöse oder einfach entzündliche Drüsenpakete oder Hodgkindrüsen, drücken auf einen Teil des Magens und erzeugen durch mangelnde Magenentfaltung einen Füllungsdefekt. Bez. des Sitzes ähnelt ein solches Röntgenbild häufig einem Karzinom mit dem Sitz an kleiner Kurvatur oder dem Pylorus.

¹⁾ Zu vermeiden ist röntgenologisch eine Fehldiagnose bei Pankreastumor, der durch Druck einen Füllungsdefekt auf den Magenausgang ausübt dadurch, daß man die verschiedensten Körperlagen anwendet und daß es so gelingt, den betr. Magenteil vom Tumor frei zu bekommen und voll entfaltet zu sehen (Abb. 26, 27 u. 28).

Auch palpatorisch und bez. der Verschieblichkeit sind solche Tumoren schwer von einem Magentumor zu unterscheiden. Einigermäßen zu vermeiden ist eine Röntgenfehlendiagnose bei palpablem Tumor, wenn man folgendermaßen vorgeht. Entsprechend seiner Ausdehnung wird der Tumor mit einem Drahttring markiert, eine Durchleuchtung oder Aufnahme des stehenden Patienten vorgenommen. Deckt sich der Tumor mit der Magensilhouette und kommt daher ein maligner Magentumor in Betracht, so wird jetzt ein Lagewechsel des Patienten vorgenommen, der Tumor neu palpiert und der Drahttring seiner meist veränderten Lage entsprechend neu angebracht. Nun wird abermals durchleuchtet und in manchen Fällen der Tumor, jetzt frei vom Magen gefunden, dieser voll entfaltet. Gelingt es weder in rechter oder linker Seitenlage noch in Rücken- oder Bauchlage, den Magen vom Tumor zu trennen, so kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit einen intraventrikulären Tumor annehmen (Abb. 29, 30).

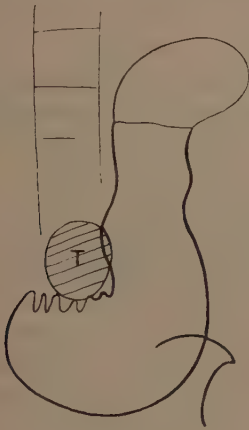


Abb. 30a.

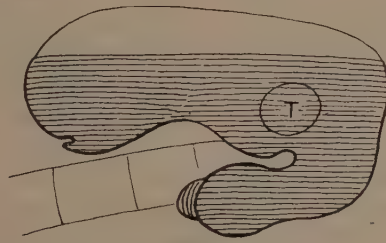


Abb. 30b.

Extraventrikulärer Tumor.

Röntgenologisch richtig diagnostiziert, da der palpable, im Stehen den Pylorus komprimierende Tumor nach Lagewechsel an einer ganz anderen Stelle (Magenkorpus) in Erscheinung trat und hier die bekannte fingerdruckähnliche Impression hervorrief.

Operationsbefund: Retroperitoneales Sarkom.

Den verschiedenen Typen von Sanduhrmagen, die zu Verwechslung Anlaß geben, liegt das Gemeinsame zugrunde, daß der Magen am Korpus eine Einengung zeigt, so daß eine Zweiteilung des Magens zustande kommt, eine oraler oder kranialer und ein distaler oder kaudaler Teil. Am leichtesten ist die atonische Form des Sanduhrmagens festzustellen; dieser ist kein richtiger Sanduhrmagen und kann höchstens als Pseudosanduhrmagen bezeichnet werden. Die Art der Entfaltung des Magens schließt einen Irrtum aus, und Zweifel über die Art der morphologischen Veränderung können höchstens auftauchen, wenn man den Fall nach der Platte allein beurteilen soll. Bei der sachgemäß durchgeführten Magenuntersuchung kommt das heute aber nicht mehr vor, es ist eine solche Magenbegutachtung ohne Füllungskontrolle bereits als absolut verwerflich gekennzeichnet. Beim atonischen Magen besteht am Übergang der Pars cardiaca zum Magenkorpus durch den Tiefstand und die

schlaaffe Dehnung des Sinus eine starke Taille, die so stark sein kann, daß die Magenwände hier dicht aneinanderliegen. Je stärker die Magenfüllung, desto stärker wird durch die Belastung die halsartige Taille. Am leeren Magen ist sie geringer, verursacht aber beim Eintreten des Kontrastbreies eine vorübergehende Stockung und ähnelt hier evtl. einer organischen Enge. Oberhalb dieser bleiben aber nie Kontrastmassen längere Zeit liegen, im Gegenteil, sie treten sehr bald und dann konstant in den Sinus über und der Breispiegel sinkt hier charakteristisch entsprechend der Atonie ab. Nach voller Auffüllung ist



Abb. 31

Organischer Sanduhrmagen, kenntlich an den die Enge und deren Nachbarschaft begleitenden perigastritischen Ausziehungen. Gasblase in der Penetrationshöhle (operiert).

die Taillenege sehr ausgesprochen, sie steht aber axial und der Breispiegel befindet sich unterhalb dieser. Daran ist der atonische Pseudosanduhrmagen zu erkennen.

Der spastisch und der organisch bedingte Sanduhrmagen können untereinander sehr ähnlich sehen. Hierbei haben wir sowohl bei Beginn der Untersuchung wie nach voller Auffüllung des Magens eine richtige Zweiteilung, es liegt Barium sowohl im oralen wie im kaudalen Sack, in ersterem oft noch 1—2 h. p. c. Die Enge, der Isthmus, liegt stets auf der kleinen Kurvaturseite, also exzentrisch. Die Länge der spastischen oder organischen Enge ist oft bedeutend; die Enge auch oft gewunden oder leicht geschlängelt. Bei beiden Typen ist häufig das Ulkus als auslösender Faktor in Nischenform deutlich. Beide Typen lassen sich nicht immer unterscheiden, es ist jedoch manchmal möglich. Und zwar zeigt der spastische Typ auf der Großkurvaturseite glatte Kontur der Enge und glatte Kontur des gefüllt oft überhängenden oralen Sackes. Da der kaudale Sack meist eine eigene Magenblase zeigt, so ist dessen obere Kontur nicht immer genügend zu erkennen

und auf Schärfe zu beurteilen. Sieht man jedoch am Isthmus oder an einem der beiden Magensäcke perigastritische Ausziehungen, so spricht das für organische Sanduhrform (Abb. 31).

Nach Schlesinger wird die organisch bedingte Enge vom Kontrastbrei sofort durchflossen, die spastische erst allmählich. Ich kann das nicht für alle Fälle bestätigen. Dagegen kommt es häufiger vor, daß man durch starken Druck mit dem Holzknechtlöffel von unten her beim spastischen Typ retrograd Kontrastbrei in den kranialen Magensack zurückbefördern kann. Bei organisch bedingten Engen ist häufig noch ein Spasmus aufgepfropft und die Enge erscheint länger als sie in Wirklichkeit ist. Bei der Operation ist man dann erstaunt, die Stenose viel kürzer zu finden, als auf der Platte schien, die Narkose hat den spastischen Teil aufgehoben.

Leicht zu unterscheiden von den obigen Formen ist die durch Karzinom bedingte Zweiteilung des Magens, und hierbei sind Fehldiagnosen eher zu vermeiden. Charakteristisch ist hier, daß die Einengung nie einseitig auf der Kleinkurvaturseite sitzt, sondern stets axial in der Mitte des Magenkorpus (Abb. 35, 40 u. 55). Man spricht zutreffenderweise von einem Trichter Magen. Ein derartiger

Magen behält in allen Körperlagen (besonders rechte Seitenlage anzuwenden) seine gleiche Form, der Magen ist starrwandig, während beim spastischen oder organischen Sanduhrmagen in rechter Seitenlage die beiden Säcke weit aus-



sag., stehend.



r. Seitenlage.

Abb. 32. Spastischer Sanduhrmagen.

Die spastische Einziehung tritt beim stehenden Patienten nicht klar hervor, weil der orale Sack überhängend die Einziehung verdeckt. Auch die Nische ist nicht deutlich. In rechter Seitenlage fallen die beiden Säcke weit auseinander, die winzige Nische, linsengroß, tritt klar hervor. (Operiert.)



Abb. 33a. Sag.

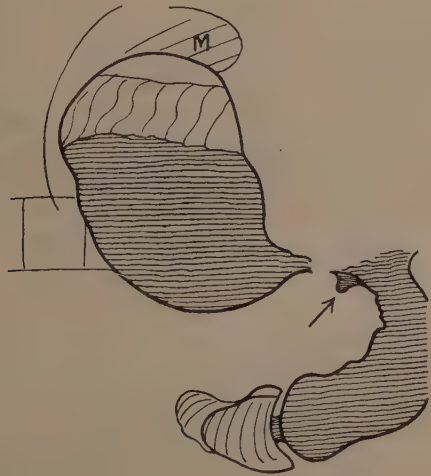


Abb. 33b. R. Seitenlage.

Spastischer Sanduhrmagen.

Längsgedehnter Magen, bei dem distal vom Angulus die Kleinkurvaturkontur unregelmäßig ist und die Pylorusgegend unklar bleibt. Eine Nische ist nicht zu sehen. Milzimplosion! In rechter Seitenlage teilt sich der Magen breit, die Nische am Angulus tritt klar in Erscheinung, distal davon bleibt die Kleinkurvatur wellig. Operationsbefund: Ins Pankreas penetr. Ulkus mit starken Verwachsungen mit Pankreas, Kolon und Jejunum. Die Enge war spastisch.

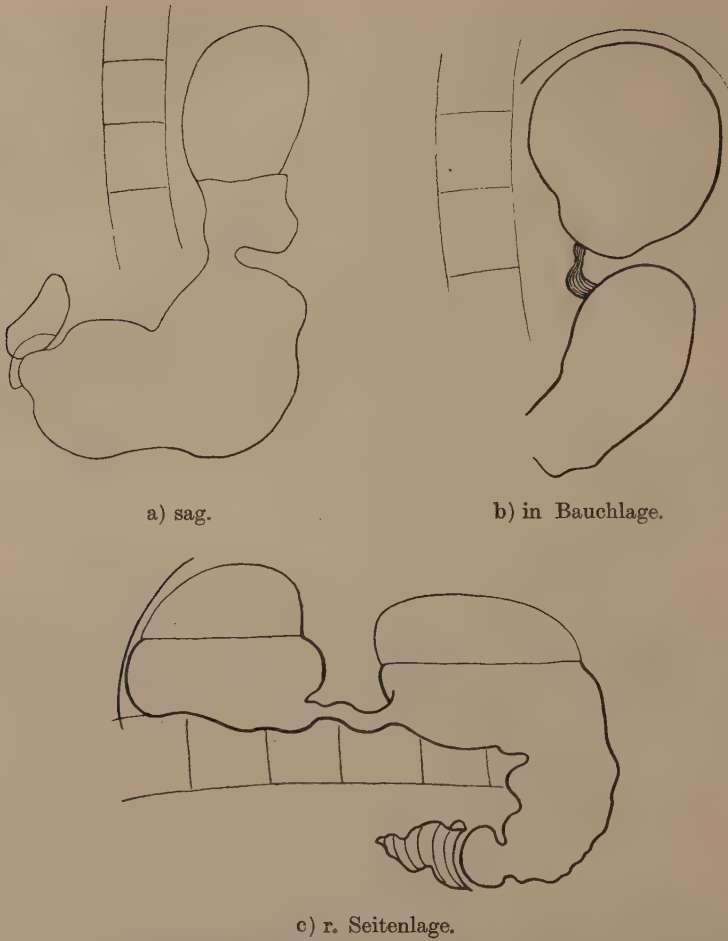
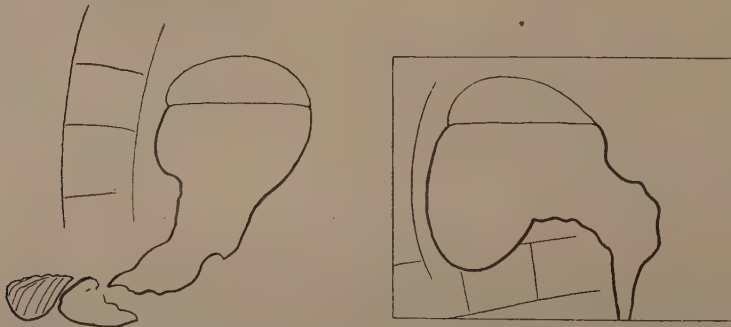


Abb. 34. Auffallend lange Enge bei Sanduhrmagen, die sich bei der Operation als rein spastisch erwies. Ulc. call. an der kl. Kurv. und starke Verwachsungen in Pylorusgegend und am Bulbus duod. Die beiden Säcke fallen in Bauchlage und rechter Seitenlage weit auseinander, die Magenblase wird zweigeteilt.



Karzinom-Trichtermagen (Stenose sitzt axial) verändert seine Form bei Lagewechsel kaum; der Magen erscheint wie „eingemauert“.

einanderfallen und häufig dann erst die ganze Länge des Isthmus erkannt werden kann (Abb. 32, 33 u. 34).

Dadurch, daß bei der Platte und auf dem Leuchtschirm räumlich verschiedene Teile auf eine Fläche projiziert werden, können uns Täuschungen bereitet werden.

Der aufsteigende Teil der Pars inf. duodeni oder auch eine Jejunalschlinge kann so verlaufen, daß ein solcher Darmteil die kleine Kurvatur berührt oder kreuzt und durch ungleichmäßige Füllung gerade an der Kreuzungsstelle einen dichterem Schatten abgibt, der Anlaß bietet, eine Ulkuspseude zu nehmen. Denn auch eine echte Ulkuspseude ist nicht immer absolut scharf, nämlich wenn sie ungleichmäßig verwachsen ist. Besonders auf dem Schirm ist für das Auge



Abb. 36. Radioskopplatte.

Pseudonische durch länger sistierende Füllung einer Duodenumschleife. Unterscheidung von Nische ist auf der Radioskopplatte durch Erkennung des Verlaufs der Schleife möglich. Ebenso auch bei der Durchleuchtung nach manueller Expression der Schleife.



Abb. 37.

Pseudonische, einseitig unscharf begrenzt, bedingt durch konstante Füllung einer Duodenalschlinge, die durch den Magenschatten verborgen liegt. Nische erst durch Kontrolle ausgeschlossen.

die Nischenkontur nicht schärfer zu erkennen, wie ein dahinterliegender Kontrastbreipartikel des Darmes, der aus irgendwelchen Gründen einmal länger an einer Stelle festliegt (Abb. 36 u. 37). Begnügt man sich aus wirtschaftlichen Gründen, die heutzutage leider oft maßgebend sind, mit der Durchleuchtung und fertigt keine Platten an, so wird dem Untersucher ein Fehler um so leichter unterlaufen, während die Platte oft noch davor bewahrt, indem hier durch andere feinere Kontrastmittelteilchen, die man in den Kerkringschen Falten liegen sieht, der Darmverlauf zu erkennen ist. Wie können wir uns gegen eine solche Fehldiagnose schützen? Einmal dadurch, daß wir schon bei den ersten in den Magen herabgleitenden Kontrastmittelbissen die kleine Kurvatur als Prädispositionssitz für Ulcera besonders scharf beobachten („Füllungskontrolle“) und Stockungen in der Auffüllung feststellen. Denn bei Ulkuspseude besteht oft gerade im Anfang der Auffüllung eine spastische Einziehung geringen Grades, die sich nachher verliert, aber im Anfang eine vorübergehende Stockung im Herabgleiten des Kontrastbreis hervorruft und bei Aufmerksamkeit beobach-

tet werden muß. Zweitens füllen sich Nischen meist sehr frühzeitig zu einer Zeit, wo noch kein Ba im Duodenum oder Jejunum angelangt ist. Eine so beobachtete Nische ist einwandfrei eine echte Nische.



Abb. 38a. Sag., stehend.

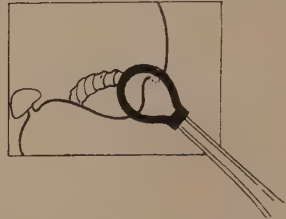


Abb. 38b. Bei Druck mit Holzknechtlöffel.

Nische bei Ulcus ventric., die frühzeitig bei der Entfaltung und Auffüllung gesehen wurde, durch den überkreuzenden Verlauf der Pars. inf. duod. bei der Plattenbesichtigung aber auf Echtheit angezweifelt wurde. Eine Kontrolluntersuchung mit Hilfe des Holzknechtlöffels ließ die Nische einwandfrei unabhängig von dem Duodenum erkennen. Das Duod. ließ sich durch Druck entleeren, die Nische durch Druck stärker füllen. Einseitig war die Nische unscharf (was durch Verwachsungen möglich ist, cf. Abb. 51).

Tritt der Nischenschatten aber erst in Erscheinung, wenn der Magen schon aufgefüllt ist oder wenn bereits schon Ba den Darm passiert, dann ist die Entscheidung oft schwer. In ausgedehntem Maße muß man dann von der Palpation (Bleiknopfdistinktor, Holzknechtlöffel) Gebrauch machen, dabei kann es ge-

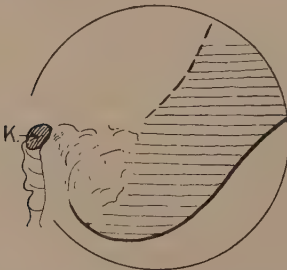


Abb. 39a. Radioskopplatte.

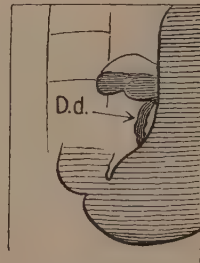


Abb. 39b. Ausschnittsplatte stehend, sag.

Carc. pylori. Im Stehen Füllungsdefekt des Magenausganges und des Bulbus (Krebsdistanz). Duodenumknie auffallend hochgedrängt und dicht neben kleiner Kurvatur liegend. Deshalb wie ein Divertikel oder Ulkuspenetrationshöhle wirkend. Außer Klärung durch die Radioskopplatte, wo der divertikelartige Schatten nicht zur gleichen Darstellung kam, war Ausschluß eines Divertikels oder Ulc. pen. möglich dadurch, daß man auf der Platte b das Duod. desc. (bez. mit D. d.) in Zusammenhang mit dem falschen Divertikel erkennen konnte. Daß der Schatten durch den Bulbus selbst gebildet wird, ist nicht anzunehmen, da das Karzinom wie die Operation zeigte, den ganzen Pyl. und Pars. asc. duod. einnahm. Es dürfte sich um das dilatierte Duodenumknie handeln, als welches der Schatten k auch auf der Radioskopplatte imponiert. Der Bulbuschatten fällt ganz aus. (24-Std.-Rest, beg. Ektasie.)

lingen, den hinter dem Magen liegenden Darm wegzudrücken oder leer zu bekommen (Abb. 38). Anders ist das bei einem Darmdivertikel, das mit Kontrastbrei gefüllt ist und durch seine Lage zufällig neben oder teilweise in die Magensilhouette randständig projiziert wird.

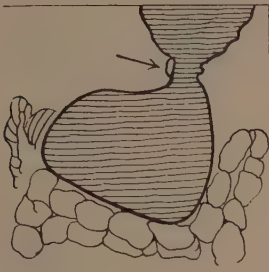


Abb. 40a. Sag., stehend.
Falsche Ulkusnische.



Abb. 40b. R. Seitenlage.

Diagnostiziert war *Ulc. call.* mit organ. Sanduhrenge. Ulkus vorgetäuscht durch Krater bei ringförmigem Karzinom (operiert.), 3 h. p. c. leer. Epikrise: Die axiale Lage der Enge hätte immerhin den Magen auf Karzinom verdächtig machen müssen („Trichtermagen“). Außerdem das mangelnde Fassungsvermögen des oralen Teiles (bes. in rechter Seitenlage) und die Starre der Wand. Letztere kann aber auch bei schwierigen Verwachsungen starr sein. Gasgefüllte Flexurschlingen und Querkolon.

Daß eine Nische auch durch andere Teile vorgetäuscht werden kann, ist auch beschrieben; so z. B. durch in die Magenkontur hineinprojizierte verkalkte Mesenterialdrüsen oder Kalk im Pankreas (bei Diabetes).

Es sind Fälle beschrieben, wo ein Duodenal- oder Jejunaldivertikel eine derartige Lage zur Magensilhouette hatte, daß eine Ulkusnische angenommen

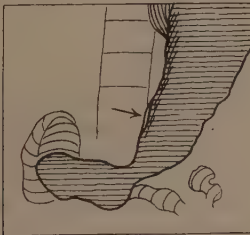


Abb. 41a. Sag., stehend.

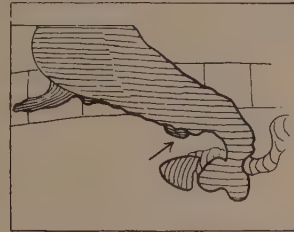


Abb. 41b. R. Seitenlage.

Karzinomnische könnte *Ulcus call.* vortäuschen. Pyl.-Insuffizienz, mangelndes Füllungsvermögen des Magens und die vielfach zu beobachtenden Doppelkonturen ließen die Diagnose richtig stellen. Operationsbefund: Inop. Karzinom entlang der ganzen kl. Kurv.

wurde. Es kam sogar zur Operation, die das vermeintliche Ulkus nicht bestätigte, ja, es kam in einem Falle zu mehrfachen Operationen, bis der über alles triumphierende Pathologe den Sachverhalt aufdeckte. In solchem Falle verschuldete die falsche Röntgendiagnose nicht nur die ergebnislos verlaufene Operation, sondern sogar, wenn auch nicht mittelbar, so doch indirekt den Tod des Patienten

Im allgemeinen wird die in Zusammenhang mit der Magenwand sicher erkannte Nische als Ulkus angesprochen. In seltenem Falle kann das eine

Fehldiagnose bedeuten. Es kommen nämlich Nischenbildungen auch bei Karzinom vor. Eine Fehldiagnose auf Ulcus penetr. oder callos. wird am ehesten unterlaufen, wenn die Magenkontur, meist ja die kleine Kurvatur, keine sonstigen Unregelmäßigkeiten erkennen läßt. Das sind solche Karzinome, die breit infiltrierend die Magenwand ergreifen und sie starr machen. In rechter Seitenlage fallen solche Magen nicht nach rechts herüber, sondern bleiben mehr oder weniger links der Wirbelsäule liegen. Das kann aber differentialdiagnostisch nicht ausschlaggebend sein, denn schwierige Verwachsungen, wie sie bei Ulcus



Abb. 42. Falsche Ulkusnische bei Carc. vent.

Röntgenologisch war Ulcus vent. diagnostiziert, zumal die Pars pyl. dem Magenkorpus genähert schien (beginnende Einrollung) und der Magen hochlag. Gleichzeitig war auf beiden Radioskopplatten der Bulbus stark deformiert und der gänzlich inkongruente Pylorus insuffizient. Letzteres kann auch bei Verwachsungen durch schlitzförmige Entrundung des Pylorus eintreten. 2 h. p. c. leer. Es sprach in diesem Fall also vieles für Ulcusmagen mit Verwachsungen. Die klinische Diagnose lautete Ulc. duod. Operationsbefund: Karzinom entlang der ganzen kleinen Kurv. bis zum Antrum. Die Nische war durch einen Zerfallskrater bedingt



Abb. 43. Pseudonische bei Carc. ventr. (Radioskopplatte) durch Kontrolle bestätigt.

Kurzer, plumper, hochstehender Magen. Gesteigerte Peristaltik. In mittlerer Höhe des Magenkorpus ein stehender Spasmus der großen Kurv. Gegenüberliegend an kl. Kurv. eine unscharf erkennbare Nische. Magenausgang auf Kleinkurvaturseite gänzlich unscharf. 2 1/2 h. p. c.: 1/5 Rest. Röntgendiagnose: Ulc. call. an kleiner Kurv. und Wandveränderung in Pylorusgegend. Operationsbefund: Karzinomatöser, großer, knolliger Tumor an der kleinen Kurvatur mit tiefem Krater, anscheinend auf dem Boden eines alten Ulkus. Pylorus eingerollt und stenosierte.

pen. oder call. häufig sind, können dasselbe Verhalten zeigen. Die Starrheit der Wand kommt eben bei beiden Krankheiten, Ulcus und Karzinom, vor, vorwiegend allerdings bei letzterer. Die Nischenschatten werden bei Karzinom durch kleine bariumgefüllte Krater verursacht, Stellen, an denen der Tumor örtlich zerfallen ist; keineswegs muß es sich hier immer um maligne, degenerierte Ulzera handeln (Kurtzahn, Fortschritte Bd XXX 5—6). Die Fehldiagnose ist nicht immer zu vermeiden (Abb. 40 bis 46).

Bei der Durchleuchtung, weniger auf der Platte, kann man sich täuschen lassen und eine Ulkusnische zu sehen glauben, indem eine langsam fortschrei-

tende Peristaltik auf der Kleinkurvaturseite eine kleine Erhebung hervorruft. Eine solche wird oft in Angulusnähe beobachtet und ist lange Zeit als nicht fortschreitend zu beobachten. Es gelingt mit manuellem Druck oder mit dem



Abb. 44a. Sag., stehend.

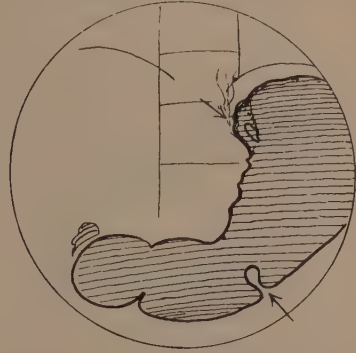


Abb. 44b. Radioskopbild.

Falsche Nische bei Karzinom täuscht hochsitzendes Ulkus vor; dabei stehende spastische Einziehung der großen Kurvatur. Das Karzinom saß ringförmig und nahm die ganze orale Hälfte des Magens ein, war mit dem Pankreas fest verwachsen. Die Verwachsungen hatten wohl den lokalen Spasmus ausgelöst. Die falsche Nische war durch Krater nach Tumorzerfall hervorgerufen. 2 h. p. c. war Magen leer. Röntgenologisch war diagnostiziert Ulc. call.; dafür sprachen Nische und Spasmus. Für Karzinom sprach höchstens die unregelmäßige Linie der kleinen Kurv. Diese konnte auch durch Perigastritis bedingt sein. (Operation, Sektion.)

Holzkechtlöffel mitunter sich Gewißheit zu verschaffen, daß es sich nicht um eine Nische handelt, dadurch, daß man sie wegdrücken kann oder daß durch den Druck ein Reiz zu rascherem Fortschreiten der Peristaltik ausgeübt wird.

Abb. 45.

Nasenähnliche Ausstülpung in Kardiagegend bedeutet hier eine Nische. Diese kam nur auf dieser Radioskopplatte zum Vorschein; auf zwei Platten am stehenden Pat. aufgenommen lag sie in Deckung und die kleine Kurvatur verlief scheinbar gerade und normal. Zu beachten ist aber, daß eine 2 Querfinger hohe Sekretschicht die oralen Partien im Stehen wenig scharf gerandet erkennen läßt. Der Kontrastschatten in Höhe der Ausstülpung war fingerdruckähnlich marmoriert, deswegen ist die Diagnose auf Tumor zu stellen. Klinisch lag Pechstuhl einwandfrei vor, ferner Abmagerung und herabgesetzter Hgl.-Gehalt.



Abb. 45. Radioskopplatte.

Ein solcher Fehler läßt sich vermeiden, zum mindesten durch eine oder mehrere Kontrolluntersuchungen, 10—15 Minuten später (Abb. 48 u. 49).

Schwerer ist, eine „Pseudonische“ zu beurteilen, die hoch in Kardianähe sitzt und durch einen die kleine Kurvatur zipfelförmig überragenden Fundusteil bedingt ist. Namentlich bei tiefen und breiten Fundusschalen kommt

das mitunter vor, wo das Barium kaskadenartig in das Magenkorpus übertritt, der Fundus, sagittal gesehen, sehr breit ist und die mittlere Magenpartie an Breite überragt (Abb. 52). Den Fehler kennen, heißt ihn vermeiden. Eine Transversaldurchleuchtung, die immer stattfinden sollte, läßt die Tiefe des



Abb. 46a. Sag., stehend.

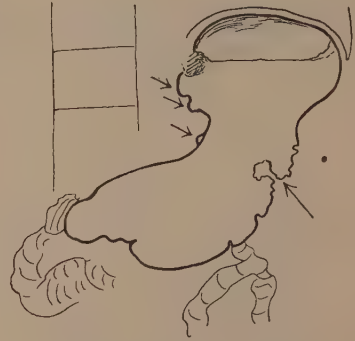


Abb. 46b. Radioskopplatte.

21(!)jähr. Mann. Multiple Karzinomnischen und pseudospastische Einziehungen täuschen Ulcera callosa an der kleinen Kurvatur vor (Fehldiagnose). Gesteigerte Peristaltik bei normalem Verhalten des Pyl., trotzdem 2 h. p. c. noch 2 Querfinger hoher Rest. Operation und Sektion: Magenkarzinom mit Metastasen im Netz und Mesenterium. Epikrise: Auf Karzinom hätte den Magen die in Kardianähe und auf der Großkurvatur als spastische Einziehung imponierenden fingerdruckähnlichen Füllungsdefekte verdächtig machen müssen. Auffallend ist auch der große Abstand der Kardiamündung von der Wirbelsäule, die für Verdrängung durch Tumor spricht.



Abb. 47a. Sag., stehend.

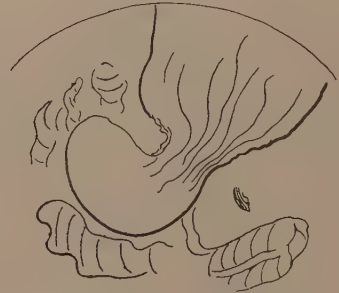


Abb. 47b. Radioskopplatte.

Nische mit Luftblase in Nähe einer alten G.-E. (damals Ulc. call. pyl.).

Operation ergab tumorartige Geschwulst, die die G.-E. und das damit fest und ausgedehnt adhärenzte Querkolon umfaßte. Mesenterialdrüsen hart. Es wird Karzinom vermutet und mikroskopisch bestätigt, auf dem Boden eines Ulc. pept. entstanden. Hochliegende adhärenzte Jejunumschlingen in Fortsetzung des Magenstumpfes waren als Bulbus und Duod. gedeutet, solche im Angulus liegend als neue Nische. Radioskopplatte zeigt die Lage der Schlingen anders und hätte aufklärend wirken können.

N = Nische J = adhärenzte Jejunumschlingen.

Fundus feststellen und eine leichte Drehung zum II. schrägen Durchmesser die Pseudonische richtig lokalisieren.

In rechter Seitenlage, seltener am stehenden Patienten, kann man eine

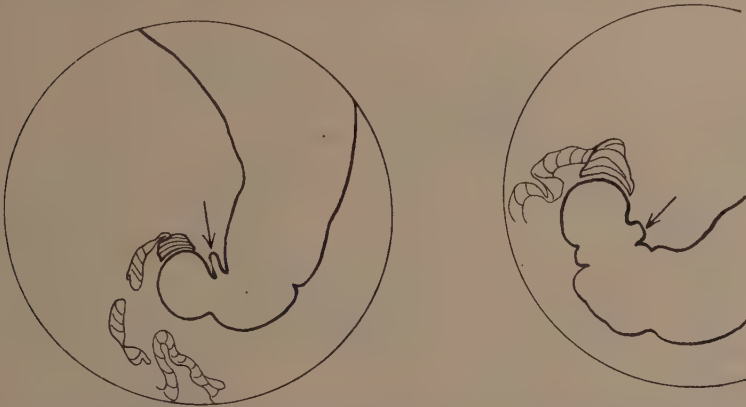


Abb. 48. Falsche Nische, durch verstärkte Peristaltik vorgetäuscht, auf beiden Radioskopplatten in ähnlicher Konfiguration, konnte erst durch Kontrolluntersuchung als Nische ausgeschlossen werden.

wenig tief vordringende, retrograde Füllung der Kardia beobachten, meist spitz auslaufend, entsprechend dem Ausgang des Kardialumens, in einigen Fällen aber auch einmal mehr rundlich wie eine Vorwölbung aussehend.

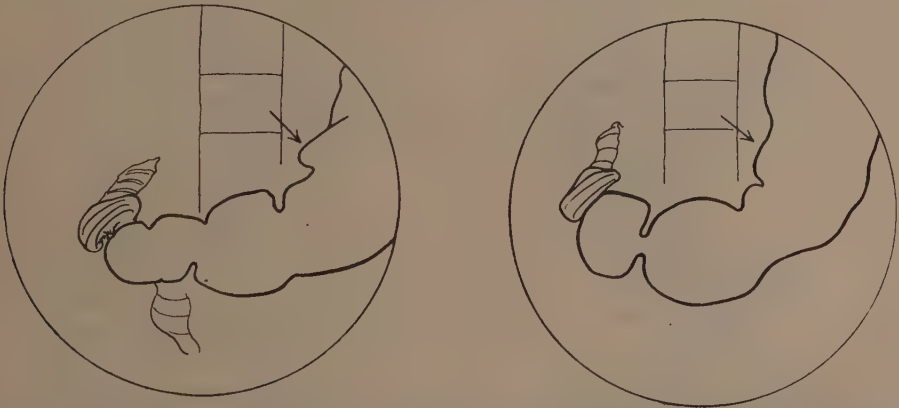


Abb. 49. Nasenförmige Nische an kleiner Krümmung, auf beiden Radioskopplatten verschieden hervortretend und deshalb übersehen. Da vertiefte Peristaltik bestand, war die Nische von peristaltischen Wellen nicht zu unterscheiden. Operiert: Es werden nur Verwachsungen, von einer früheren Laparotomie herrührend, gefunden, Sektion: Unterhalb der Kardia an kleiner Krümmung ein 10-Pfg.-Stück großes Ulcus call. mit unterminiertem Rand.

Eine solche kann zur Nischenannahme verführen. Auch hier bedeutet die Kenntnis des Sitzes dieses Kardiamündungsausgusses die Vermeidung des Fehlers (Abb. 53 a u. b).



Abb. 50. Radioskopbild.
Falsche Nische beim resezierten Magen
an der Stelle der Vereinigung. Auf der
Großkurvaturseite starke perigastrische
Veränderungen als Operationsfolge. Gas
im Querkolon.



Abb. 51. Ulkurnische, einseitig unscharf,
fälschlich als Bulbus aufgefaßt und Bulbus
als Knieschleife des Duodenums. Nische per-
forierte in das Pankreas. Ektasie, Anti-
peristaltik. Großer 2-Std.-Rest.
Röntgendiagnose: Carc. pylori.
(Fehldiagnose.)



Abb. 52.

Abb. 52.
Überragende Fundusschale wirkt wie
Ulkurnische. Fundusschale ist be-
sonders breit und tief, aber flach.
Vortäuschung einer Nische ist durch
Beobachtung bei Auffüllung, beson-
ders transversal gesehen („Füllungs-
kontrolle“, auszuschließen.
(Operierter Fall eines Ulc. duod.)

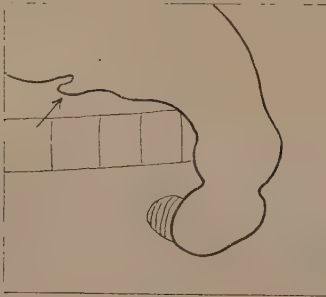


Abb. 53a.

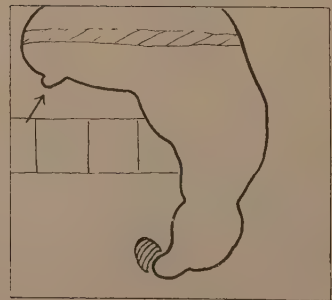


Abb. 53b.

Zwei normale Magen, auch ohne klinischen Verdacht. Bei beiden tritt die Kardialfüllung
mehr oder weniger nischenartig in Erscheinung und kann Anlaß zur Fehldiagnose geben.
Rechte Seitenlage.

Ebenso wie ein örtlich beschränkter Karzinomkrater durch seine Nischenform zu der Fehldiagnose Ulkus verführen kann, kann falsche Ulkusdiagnose verursacht werden durch ein sonst meist dem Ulkus oder anderer benignen Wandveränderung eigentümliches Zeichen, nämlich durch einen Schatten-

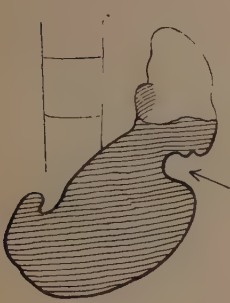


Abb. 54.

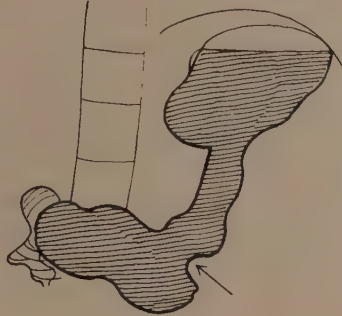


Abb. 55.

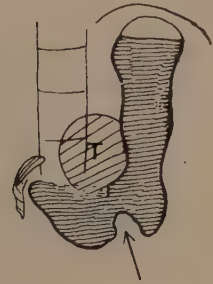


Abb. 56.

Zu Abb. 56. Carc. inop. des ganzen Corpus ventr. Der „lokale Spasmus“ (cf. Pfeil) wurde bei der Operation durch Einengung infolge Tumormasse geklärt. T = palp. Tumor.

ausfall der großen Kurvatur, der einer stehenden spastischen Einziehung sehr ähnlich sieht. Bedingt wird ein derartiger Schattenausfall durch isolierte Tumormetastasen auf der Schleimhaut bei Magenkarzinom oder durch partielle karzinomatöse Engen. Sind sonstige Anzeichen für Karzinom vorhanden, wie

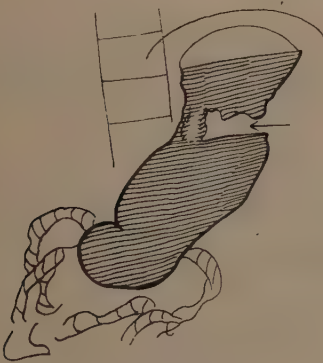


Abb. 57a. Sag.

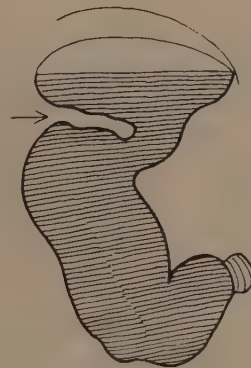
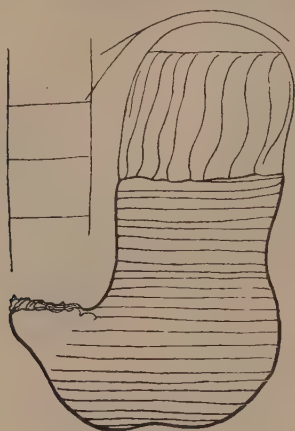


Abb. 57b. Transv.

1919 Kolonkarz. op. Jetzt seit 5 Wochen Magenbeschwerden. Erbrechen.
Operation: Großes ringförmiges, hochsitzendes Karzinom. Die Einziehung war kein Spasmus, sondern organische Enge. Sektion deckte noch Perforation in das Querkolon auf.

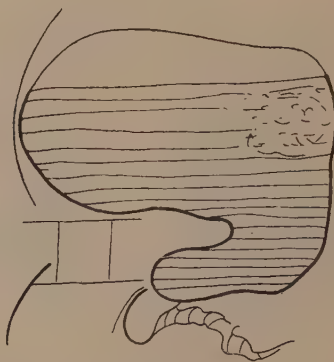
anderweitiger großer Füllungsdefekt, Starrheit der Wand oder Pylorusinsuffizienz, so wird diese als spastische Einziehung imponierende Erscheinung den Beurteiler nicht irremachen, so im Fall Abb. 55 und Fall Abb. 56; in anderen Fällen kann es aber sehr leicht zu Täuschungen kommen, wie in den Fällen Abb. 57 und Abb. 54, wo das Sagittalbild auch für Ulkus sprechen könnte. In letzterem Fall hat die Starrheit der kleinen Kurvatur in rechter Seiten-

lage vor der Fehldiagnose bewahrt, im ersteren Fall wurden Adhäsionen angenommen auf Grund der vorausgegangenen früheren Operation. Daran, daß die spasmusähnlichen Füllungsdefekte nicht ganz scharfrandig sind und



stehend, sag.

Abb. 58.



r. Seitenlage.

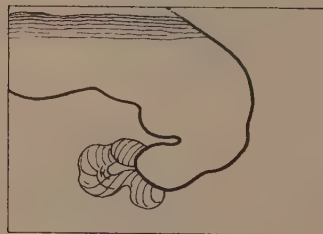
Temporärer Antrumspasmus und Hypersekretion verhindern scharfe Antrumrandung beim stehenden Patienten (sag.), täuschen keilförmiges Auslaufen des Antrum vor wie bei Karzinom! In r. Seitenlage wird Antrum unter dem hydrostatischen Druck des Kontrastbreies voll entfaltet und als normal befunden. Auslösendes Moment für den Antrumspasmus: Starke Verwachsungen am Pylorus und Bulbus, wahrscheinlich von alter Appendizitis herrührend (operiert).

evtl. leicht gewellt, kann man sie gegebenenfalls erkennen. Anatomisch handelte es sich um vorspringende Tumorknoten oder um richtige Tumorengen bei zirkulärem Wachstum.



stehend, sag.

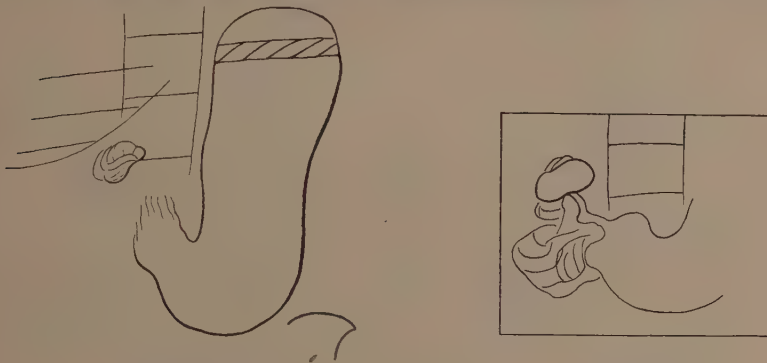
Abb. 59.



r. Seitenlage.

Antrumspasmus täuscht Karzinom am Magenausgang vor. Spasmus in r. Seitenlage überwunden. Klinisch: Ulc. pyl.? Karzinom? Ac. 81/101. Röntgenbefund: Ektatischer, sekrethaltiger Magen. Antrum und Bulbus gänzlich unscharf im Stehen. Operationsbefund: Ulc. duod. ohne Verwachsungen. Epikrise: Die in r. Seitenlage absolut scharfen Konturen waren nicht genügend bewertet, so daß röntgenologisch die Fehldiagnose Karzinom am Magenausgang mit Infiltration des Pylorus und oberflächlichem Zerfall des Tumors gestellt wurde.

Weiterhin sind es spastische Vorgänge am Magen, die oft schwer richtig zu deuten sind und manche Röntgendiagnose zu Fall bringen. So der tonische Spasmus des ganzen Antrumteils des Magens, der sich von dem typischen Füllungsdefekt bei Karzinom oder in Verwachsungen eingebettetem Ulkus morphologisch nicht immer unterscheiden läßt. Ist der Spasmus intermittierend und löst sich noch während der Untersuchung, was durch Druck von außen her unterstützt werden kann, so kommt der Untersucher noch zu einer richtigen Diagnose. Anders aber, wenn der Antrumspasmus länger andauert, als die Untersuchung ausgedehnt werden kann. Wir haben zeitlich zweierlei Typen von tonischem Antrumspasmus zu unterscheiden. Bei dem einen tritt der Spasmus erst auf, nachdem schon einige Partikel Kontrastbrei den Pylorus passiert haben und im Duodenum angelangt sind. Dieses Verhalten irritiert den Untersucher am meisten, denn er wird zur Annahme geneigt sein, daß es sich um einen



stehend, sag.

Abb. 60.

Radioskop.

Antrumspasmus täuscht Füllungsdefekt wie bei *Carc. pyl.* vor. Der Pylorus erschien dadurch insuffizient, daß im Bulbus dauernd Kontrastbrei liegenblieb. Eigentümlich eng röhrenförmig zeigte sich der Spasmus auf den Radioskopbildern. An einer Stelle bestand dabei eine nischenartige Ausstülpung. Allmählich glich sich der Antrumspasmus aus und es blieb nur noch ein breiter inkongruenter Pylorusspalt. 3 h. p. c. enthielt der Magen nur noch Bodenbelag. Die Operation ergab außer einem röntgenologisch nicht in Erscheinung tretenden 10-Pfg.-Stück-großen Ulkus, Mitte der kleinen Kurvatur, ein derbes schwieliges

Infiltrat dicht vor dem Pylorus, also wahrscheinlich ein ausgeheiltes Ulkus.

Die Röntgendiagnose hatte auf *Carc. antri* gelaute.

Tumor handelt, der zwar das Lumen einengt, aber durch seinen oberflächlichen Zerfall nicht ganz stenosierend wirkt, so daß dauernd geringe Mengen Barium das Antrum passieren. Darin bestärkt den Untersucher der Umstand, daß im Bereich des spastisch kontrahierten Antrums, sobald der flächenhaft breit einsetzende Spasmus eintritt, kleine Teilchen des Breis festgeklammert werden und während der Dauer des Spasmus liegenbleiben (Abb. 60 u. 17). Diese werden als matte Schatten sowohl bei der Durchleuchtung als auch auf der Platte gesehen und täuschen, zumal der Bulbus in solchen Fällen infolge fehlender *vis a tergo* nicht entleert wird, ein dauerndes Durchrieseln von Kontrastbrei durch die fragliche Tumorenge vor. Der Füllungsdefekt ist beim Magenkarzinom wenn er am Magenausgang sitzt, derartig, daß der Schattenabriß eine zerrissene Linie darstellt, die stark zackig sein kann. Das ist beim Antrumspasmus nie der Fall. Hier zeigt die Platte ein allmähliches gänzlich unscharfes Verschwinden

des Schattens. Denn der Antrumspasmus ist flächenhaft und setzt nicht ganz plötzlich ab, etwa wie eine stehende lokale spastische Einziehung. Man kann einen derartigen Spasmus mitunter bei Operationen durch Berühren des Antrums auslösen und gut beobachten.

Die Fehldiagnose ist zu vermeiden, wenn es gelingt, durch Druck den Spasmus zu überwinden und größere Massen Mageninhalt durch das Antrum hindurchzubefördern. Auch in Chaoullage gelingt dies durch Druck des Körpergewichts in halb rechts geneigter Bauchlage (Abb. 58 u. 59).

Schließlich kann der Untersucher noch die Durchleuchtung abbrechen und nach $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde wieder aufnehmen, also zu Seriedurchleuchtungen übergehen. Der Antrumspasmus hält wohl minuten-, aber nicht stundenlang an, was aus Fällen hervorgeht, wobei 2 h. p. c. der Magen leer ist.

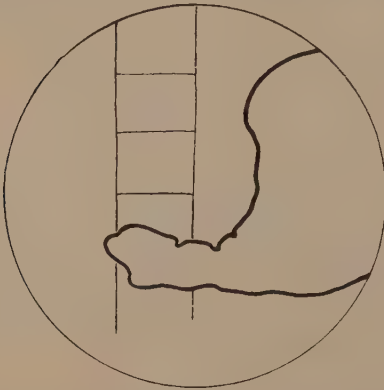


Abb. 61.

Stärkere Kontraktion (spastisch) der Pars pyl. bei Anaem. pern. Kleine Kurv. abgeplattet, wellig unregelmäßig. Pylorus wird nur von geringen Mengen durchflossen. Funktionell regelrecht. Röntgenfehldiagnose: Karzinomverdacht ausgesprochen, allerdings unter Hinweis, daß sonstige Symptome fehlen. Operationsbefund: Magen vollk. o. B.



Abb. 62.

Die gleiche röhrenförmige Abplattung wie in nebenstehendem Fall, auch hier zeigt Kleinkurvatur der Pars pyl. napfförmige Eindellungen. Dabei Pyl.-Insuffizienz. Nach $2\frac{1}{2}$ h. p. c. noch $\frac{1}{2}$ Rest. Röntgen-diagnose: Wahrscheinlich Karzinom am Antrum (kontrolliert durch 2. Untersuchung). Operationsbefund: Makroskopisch Carc. praepyl. (diffuse derbe Verhärtung am Antrum). Mikroskopisch: Ulkus! (Ausdehnung = 1-Markstück).

Der zweite Spasmustyp des Antrums ist leichter als solcher zu erkennen, das ist ein Spasmus, der von Anfang der Untersuchung an besteht und dann unter dem hydrostatischen Druck der zunehmenden Magenfüllung allmählich von selbst weicht. Einen solchen Spasmus kann der Untersucher, ohne weitere Manipulationen vornehmen zu müssen, leicht erkennen, und hier muß eine Fehldiagnose zu vermeiden sein.

Zustande kommen kann ein Antrumspasmus sowohl bei einer Affektion am Antrum selbst als auch bei Ulcus pyl. oder sogar duodeni, selbst wenn keine ausgedehnten und auf das Antrum übergreifenden Verwachsungen vorliegen (Abb. 59). Es ist also nicht gestattet, auf Grund eines beobachteten An-

trumspasmus die Affektion, wie z. B. ein Ulkus oder die Narben eines solchen, auf das Antrum selbst zu lokalisieren (Abb. 61, 62 u. 63).

Außer dem beschriebenen Antrumspasmus kommen am Magenkörper noch weitere regionärtonische Veränderungen vor, die auch für den erfahrenen Röntgenologen schwerwiegende Fehldiagnosen zur Folge haben können.

Eine solche Fehldiagnose zieht bei der Schwere der Veränderung und den meist starken Beschwerden häufig die Operation nach sich, und abgesehen davon, daß nichts gefunden wird, die Arbeit also umsonst war, werden gerade solche Patienten mit einem labilen Nervensystem durch eine Operation geschädigt. Auch kann der leiseste chirurgische Eingriff bei Personen, die dazu neigen, derartige Verwachsungen in abdomine zur Folge haben, daß es postoperativ zu Einrollung des Magens kommt und weitere schwere chirurgische Magenverstümmelungen die Folge sind. Wir haben solche Fälle erlebt (cf. Fall Abb. 65).

Die mannigfachsten Magenbilder kommen durch spastische Vorgänge am Magen zustande. Die von Schlesinger in „Röntgendiagnostik“, 2. Aufl.,

Abb. 63.

Übersehene, ganz flach als Doppelkontur im Angulus sich abhebende Ulkuspneumonie mit nur lokalen Verwachsungen (operiert). Bei der Durchleuchtung war ein spitz keilförmig auslaufendes Antrum festzustellen wie bei Carc. pyl. Dabei gingen nur spärliche Ausschüttungen durch den Pylorus, der unsichtbar blieb, ebenso wie der Bulbus duod. 2 h. p. c. großer Rest. Es wurde eine Fehldiagnose auf Carc. antri gestellt. Die Antrumdeformation war eine regionärtonisch spastische Veränderung.



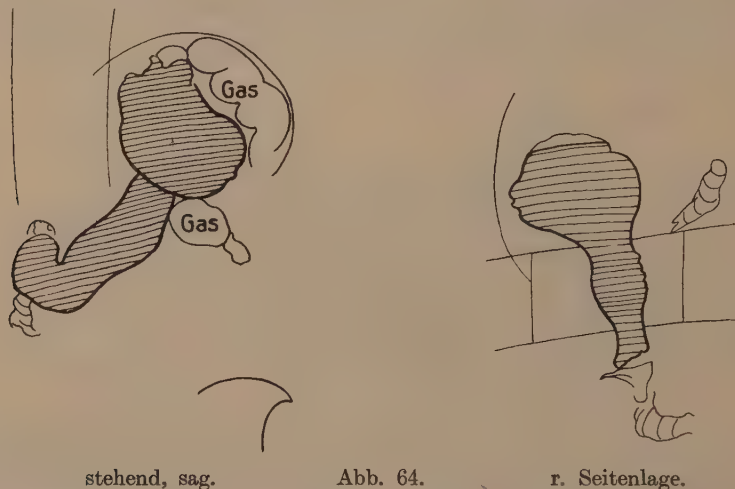
Abb. 63. Radioskopplatte.

Abb. 86 abgebildete Form des totalen Gastrosasmus bei Gallensteinkolik ist die seltenste. Sie ist so einzigartig, daß sie nicht falsch gedeutet werden kann, sollte sie einmal wieder beobachtet werden.

Anders ist es mit partiellen, spastisch-tonischen Veränderungen, wie sie am Übergang der Pars card. zum Corpus ventriculi vorkommen. Diese werden selten richtig diagnostiziert und zwar, weil sie bald einer Einrollung, bald einem Karzinomsanduhrmagen (Trichtermagen) ähnlich sehen. Mit der einfachen spastischen Einziehung haben diese Veränderungen gar nichts zu tun. Bei diesen sitzt der Spasmus nur auf der Großkurvaturseite und ist als typische, tiefgehende, einschneidende, enge Einziehung zu erkennen. Dabei ist eine Fehldiagnose kaum möglich. Höchstens daß einmal eine tief durchschneidende und nur ganz langsam ablaufende peristaltische Welle für eine spastische Einziehung gehalten wird. Das ist m. E. ungenügende Beobachtung. Denn jede spastische Einziehung muß man auf ihre Unabhängigkeit von der Peristaltik prüfen können. Bei den Veränderungen, die entschuldbar zur Fehldiagnose führen, ist die Einengung des Lumens gleichmäßig, sowohl auf der Klein- wie auf der Großkurvaturseite, und der craniale, nicht veränderte Teil hängt beutelförmig über. Die Einengung ist aber nicht absolut, sie wirkt nicht abschnürend, und auch der spastisch eingengte Teil wird von Kontrastmitteln passiert;

er erscheint in einigen Fällen aber röhrenförmig und dadurch liegt die Gefahr nahe, das Bild als durch zirkuläres Karzinom hervorgerufen anzunehmen (Abb. 64).

In anderen von mir beobachteten Fällen kommt es zu einer enormen Verkürzung des ganzen Magens, die kleine Krümmung wird eingerollt wie bei schwieriger Verwachsung, die Pars pyl. derart an Corpus ventr. und Pars card. angenähert, daß ein Angulus gar nicht mehr zu erkennen ist, weil beide Teile aneinander gepreßt sind und sich überschneiden (Mondfischform, Abb. 65c, Schlesingers spast. Kaskadenmagen, Fortschr. 27,3). In solchen Fällen wird meist ohne weiteres die Fehldiagnose Einrollung auf Ulkusnarbenbasis gestellt und die Folge wird häufig eine nicht indizierte Operation sein, zumal wenn auch das klinische Bild (Erbrechen, Schmerzen) die Ulkusdiagnose stützt.



stehend, sag.

Abb. 64.

r. Seitenlage.

Eigentümlich spastisch und teilweise durch Gasdruck veränderter Magen bei perniziöser Anämie, der nur $\frac{1}{2}$ Mahlzeit faßt. Gesucht wurde nach primärem Karzinom. Die Magenform täuschte Skirrhus vor. Der Magen lag hoch und diagonal, zeigte einen Spasmus in der Pars card., der Pylorus war insuffizient. In rechter Seitenlage hing der Magen zwar frei aus und festere Verwachsungen konnten ausgeschlossen werden, der Magen zeigte aber auch in dieser Lage wie in Bauchlage starke Einengung (tonisch-spastisch) und Konturunebenheiten (kleine Spasmen?) der großen und kleinen Krümmung. Die Sektion zeigte einen Magen, der vollkommen ohne path. Befund war.

Fehlen die Röntgendiagnose unterstützende, klinische Symptome, deckt sich also das klinische Bild nicht mit der Röntgendiagnose, so kann und muß das ein Grund für eine Kontrolluntersuchung sein, und diese kann den Röntgenologen evtl. vor der Fehldiagnose bewahren. Denn die allgemein spastisch veränderten Magen zeigen sehr wechselnde Bilder, fast nie trifft man dieselbe Form oder den gleichen Grad der Veränderung, und das muß ausschlaggebend sein in der Diagnose und läßt eine ulzeröse oder karzinomatöse Affektion ausschließen, die Fehldiagnose vermeiden (Abb. 65. u. 66).

Eine röntgenologisch sehr wenig ergiebige Magenveränderung ist die Verwachsung des Magens nach entzündlichen Vorgängen und hierbei erleben wir vielfach eine negative Diagnose. Eine sichere Methode, Verwachsungen nach-

zuweisen, haben wir nicht. Kleine perigastritische Zacken sehen wir wohl mitunter an der Magensilhouette, flächenhafte Verklebungen des Magens mit dem Kolon, dem Dünndarm oder dem Netz, den beweglich im Abdomen liegenden Organen können wir nicht feststellen, weil sich bei Respiration und bei Lagewechsel diese Organe mit dem Magen gleichsinnig mitbewegen.

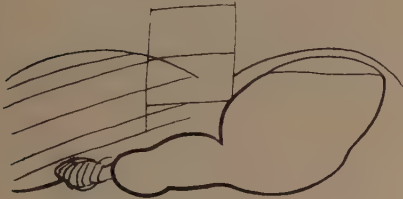


Abb. 65 a.
1. Untersuchung.

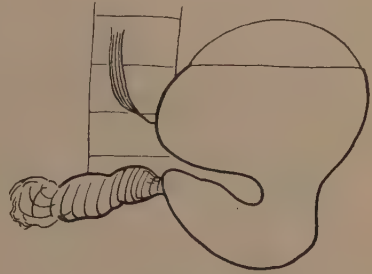


Abb. 65 b.
2. Untersuchung, 14 Tage später.

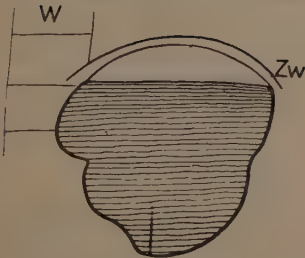


Abb. 65 c.
Untersuchung 4 Monate später.

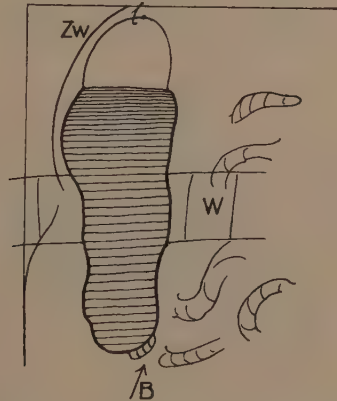


Abb. 65 d. In rechter Seitenlage
bei der 3. Untersuchung.

Abb. 65 a—d.

Rein spastisch deformierter Magen, bei 3 Röntgenuntersuchungen jedesmal ein anderes Bild. Täuscht Einrollung vor. Zweimal operiert, jedesmal ohne jeglichen Befund. Die rechte Seitenlage hätte die Diagnose richtig stellen lassen müssen. Eine 3. Operation, 1½ Jahr später, mit Anlegung einer G.-E. wurde notwendig, weil jetzt eine wirkliche, durch feste Verwachsungen bedingte Einrollung bestand (Operationserfolg!).

Eine Verziehung des Magens nach dem rechten oder linken Hypogastrium berechtigt zur Annahme einer Verwachsung mit Appendix oder einem Lig. latum uteri.

Eine Verwachsung des Magens mit der Leber wird eher richtig diagnostiziert, in vielen Fällen aber auch fälschlich als bestehend angenommen. Eine Verwachsung mit der Leberunterfläche verursacht einen Rechtszug des Magens oder eine Fixierung des Magenausganges nach der Leber zu. Sowohl letzteres Zeichen, wie aber auch besonders der Rechtszug des Gesamtmagens, kann vor-

getäuscht werden durch eine durch Hypertonie der Magenmuskulatur bewirkte Form- und Lageveränderung, Fehldiagnose. Vermeidbar ist die Fehldiagnose erstens durch Palpation mit der geschützten Hand oder besser mit dem Holzknichtlöffel. Es gelingt dabei bei nachgiebiger Bauchdecke den Magen abzdängen von dem anscheinend adhärennten Organ. Dann aber auch durch

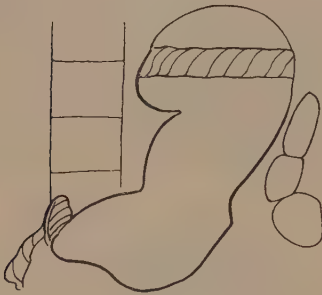


Abb. 66 a.
Stehend, sag. 1. Untersuchung.

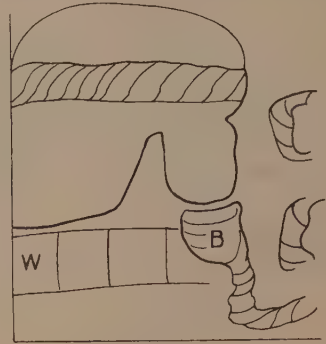


Abb. 66 b.
R. Seitenlage bei 1. Untersuchung.

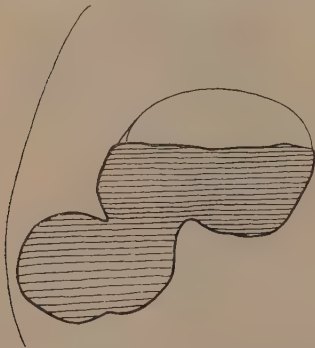


Abb. 66 c.
Transversal. 2. Untersuchung.

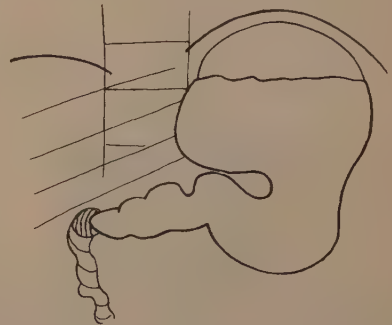


Abb. 66 d.
Sagittal. 2. Untersuchung.

Abb. 66 a—d.

Rein spastisch deformierter Magen, der sich wie bei einer Einrollung durch Verwachsungen entfaltete, sich bei der 1. Untersuchung noch leidlich nach voller Auffüllung aushing, bei der 2. Untersuchung aber dauernd gekrümmt blieb. Eigentümlich ist das Verhalten des Magens in der rechten Seitenlage bei der 1. Untersuchung. Hier wird man stets geneigt sein, eine Fixation am Angulus anzunehmen, da der Magen links der Wirbelsäule liegenbleibt und einen Knick am Angulus zeigt. Die Operation ergab einen vollkommen normalen Magen, auch keine Spur von Verwachsungen in abdomine. Klinisch war, zumal angeblich 1 mal Pechstuhl beobachtet war, Ulcus ventr. angenommen.

Lagerung des Patienten auf die linke Seite. Hierbei wird der Magen ebenfalls freikommen von der Leber, der Magenausgang gibt aber leicht einen großen Teil seines Inhalts an das nunmehr an tiefster Stelle liegende Magenkorpus ab. Schließlich muß zur Vermeidung der Fehldiagnose der Untersucher die Hypertonie auch an der Magenform erkennen. Der hypertonische Magen ist mit seinem distalen Teil eng kontrahiert (da, wo die Muskelfasern

am dichtesten liegen), mit seinem ovalen Teil desto breiter aufgefüllt. Schwierige Verwachsungen entlang der kleinen Kurvatur, an der Magensilhouette des stehenden Patienten kaum erkennbar, kann man nachweisen durch Lagerung des Patienten in die rechte Seitenlage. Hierbei bleibt der verwachsene Magen

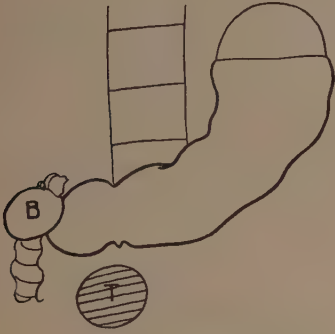


Abb. 67 a. Sag. stehend.



Abb. 67 b. Transversal.

Leichte Verwachsungen der Großkurvatur mit einem appendizitischen Abszeß, der als Tumor (mit Drahttring markiert) palpabel war, wegen Fieber als entzündlicher Tumor angesprochen wurde und sich bei Operation bestätigte.

links der Wirbelsäule liegen oder er wird am Angulus winklig geknickt, statt sich schräg nach rechts zu lagern (Abb. 33b, 67, 68 u. 69).

Die kleinen Zacken, an denen die Diagnose Perigastritis erkannt wird, können natürlich sowohl auf der kleinen wie auf der großen Kurvatur als auch auf der Vorder- und Hinterfläche des Magens sitzen. Es heißt also, den Magen in allen möglichen Durchleuchtungsrichtungen abzusuchen! Auf der Groß-

Abb. 68.

Durch perigastritische Stränge vom Kolon zum Magen röhrenförmig deformiertes und wie bei Dextrofixatio pyl. gekrümmtes, aber abdrängbares Antrum mit insuffizientem Pylorus. Trotzdem $\frac{1}{5}$ Rest 2 h. p. c. Ektasie. Muldenförmiger Eindruck in der Großkurvatur durch Rippenbogen als spastische Einziehung gedeutet (Pfeil). Die Röntgendiagnose war auf Ulkus an der kl. Kurvat. und Verwachsungen am Antrum gestellt. Operation ergab Adenokarzinom an der Leberflexur des Kolons, wodurch das Antrum hochgedrängt war, und reichl. strangförmige Adhäsionen zum Magen.

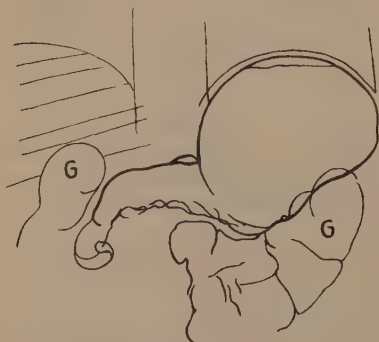


Abb. 68.

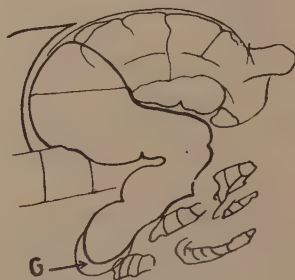
kurvaturseite tritt eine Tonusveränderung der Mukosa in Erscheinung, die man Zähnelung nennt. Diese darf nicht mit perigastritischen Zacken verwechselt werden. Die Zähnelung ist wellenförmig, Berg und Tal der Schleimhautfalten geben dem Bild etwas Regelmäßiges, während die perigastritischen Zacken scharf ausgezogen und spitz sind, sie stehen meist nur vereinzelt. Nachdem jetzt über die Zähnelung genügende Beobachtungen vorliegen, kann man annehmen, daß die ausgesprochene Zähnelung auf größerer Strecke in weit-

aus den meisten Fällen, ein pathologisches Symptom ist und zwar vorwiegend ein Ulkuszeichen (Stoccoda).

In vielen Fällen beruht es auf technischen Fehlern, wenn eine Röntgendiagnose nicht richtig gestellt wird. Das sind die Fehldiagnosen, denen eine Unterlassungssünde zugrunde liegt, indem der betreffende Untersucher die untersuchungstechnischen Möglichkeiten nicht alle kennt oder nicht voll ausgenutzt hat. Der Anfänger begnügt sich meist mit der Untersuchung des stehenden Patienten in sagittaler Richtung. Daß man bei deren negativem Ausfall noch zu einer glatten Diagnose kommen kann nach einem Lagewechsel des Patienten (Auftreten von spastischen Einziehungen in Rücken- oder Bauchlage oder auf dem Radioskop, ferner durch Feststellung von Konturveränderungen an der Vorder- und Rückwand oder bei leichten Drehungen des Patienten



stehend, sagittal.



r. Seitenlage.

Abb. 69. Kaskadenmagen,

bedingt durch große Gasansammlung im Kolon, zum Teil aber auch durch Verwachsungen und durch eine walnußgroße derbe Duodenumgeschwulst. Diese wurde bei der Op. 3 Querfinger distal vom Pylorus an der Rückwand festgestellt und als Ulkustumor angesprochen. Die Gallenblase war flächenhaft mit dem Duod. verwachsen, angeblich Magen und Kolon dagegen frei von Verwachsungen; diese aber doch an Rückwand wahrscheinlich, worauf Angulusknickung in rechter Seitenlage und zackige Ausziehungen hinweisen.

G = Gas im Kolon.

ten in den I. oder II. schrägen Durchmesser), weiß er nicht. So sind es besonders Nischenschatten, die übersehen werden, weil sie bei rein sagittalem Strahlengang in Deckung liegen und bei dieser Richtung nicht direkt konturbildend werden. Eine leichte Drehung genügt, um die verdeckte Nische in Erscheinung treten zu lassen (Abb. 71). Ferner werden Nischen übersehen, die mehr auf der Hinterwand liegen und bei den ersten Bissen Kontrastspeise sich füllen und zu sehen sind; sobald der Magen aber soweit aufgefüllt ist, daß der Breispiegel oberhalb der Nischenhöhe steht, geht der Nischenschatten in Deckung und tritt mitunter auch bei transversaler Durchleuchtungsrichtung nicht mehr klar genug hervor. Hier heißt es also schon bei der Auffüllung die Diagnose stellen (Abb. 70). Die Beobachtung des Magens schon bei dem Passieren der ersten Partikel ist auf alle Fälle zu fordern und die Nichtbeachtung ein Fehler. Geringe Stockungen des Breies beim Einfließen gerade der ersten Bissen, dann ein Abweichen der an der Magenwand herabfließenden Masse von der geraden

Linie, (damit ist nicht gesagt, daß das Einfließen des Kontrastbreies immer nur entlang der kleinen Kurvatur vor sich gehen muß, der sog. Magenstraße), lassen den aufmerksamen Beobachter schon frühzeitig eine Feststellung machen, die



Abb. 70 a. $\frac{1}{2}$ Füllung, leicht gedreht.

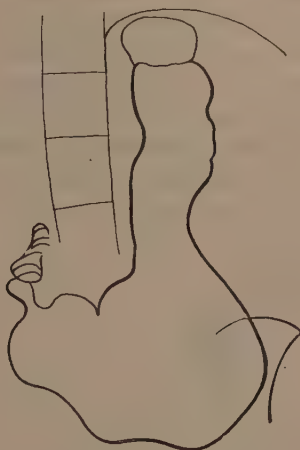


Abb. 70 b. $\frac{1}{1}$ Füllung.

Nische an der Hinterwand bei Entfaltung sofort in Erscheinung tretend, mit zunehmender Auffüllung aber verdeckt.

sich bei stärkerer Auffüllung des Magens verlieren kann (Abb. 72). Da sind vor allem spastische Einziehungen auf Basis eines Ulkus oder bei Adhäsionen, die geringgradige Stockungen des einlaufenden Kontrastmittels hervorrufen,

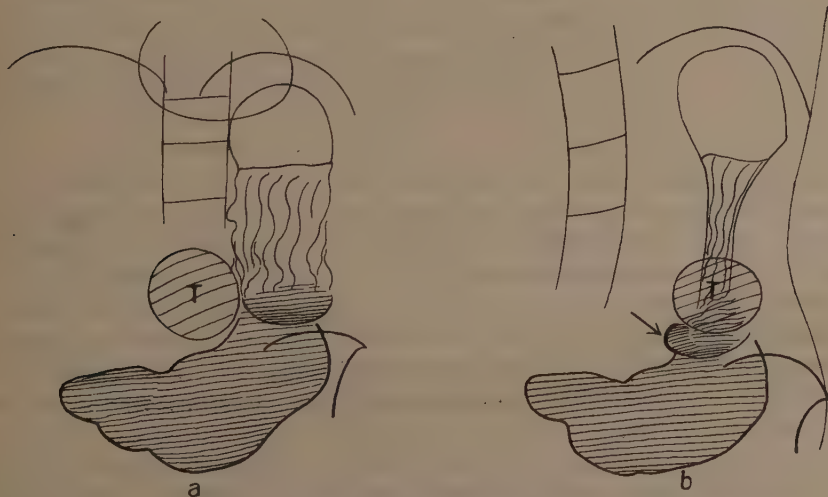


Abb. 71. Ulcus-callosum-Nische an der Hinterwand bei sagittaler Betrachtung (a) verdeckt bleibend, ohne weiteres hervortretend bei leichter Drehung zum 1. schräg. Durchmesser (b). T = Drahtmarkierung des palpablen Tumors (riesige Schwielen, in die das Ulkus eingebettet war); operiert. Präpylorische horizontale Abschlußlinie Bruegels, bedingt durch ausgedehnte Verwachsungen.

mit stärkerer Auffüllung aber durch den gleichmäßigen Druck des Mageninhalts gänzlich verschwinden.

Im Zweifelsfalle ist der Spasmus auch bei vollgefülltem Magen wiederherzustellen, wenn man die große Kurvaturseite des Magens, den Sitz des Spasmus, von dem inneren Druck entlastet. Das ist in Rückenlage oder rechter Seitenlage möglich. In dieser Lage tritt der Spasmus häufig wieder auf und die Diagnose kann leicht gestellt werden (Abb. 72c). Von der rechten Seitenlage, angegeben von Schwarz, de Quervein, Stierlin, wird aus Unkenntnis ihrer Vorzüge noch viel zuwenig Gebrauch gemacht. Manche Fehldiagnose ist durch sie zu vermeiden! Es wird so manche unscharfe oder nicht erkennbare Kontur der Kleinkurvaturseite falsch gedeutet, die in rechter Seitenlage ganz

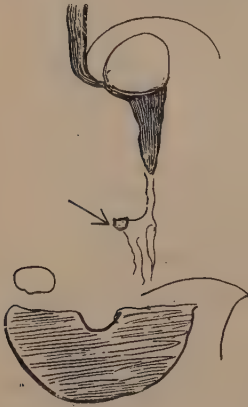


Abb. 72 a.
a) nach 3 Schluck.



Abb. 72 b.
b) nach voller Auffüllung.

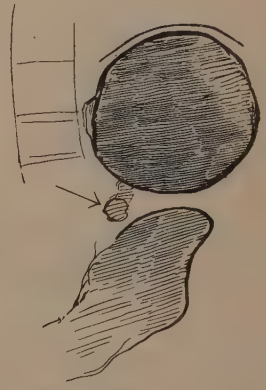


Abb. 72 c.
c) in Rückenlage.

Ulcus penetr. ins Pankreas perforiert, während der Entfaltung schon nach den ersten Bissen gut sichtbar, mit voller Auffüllung in Deckung verschwindend, in Rückenlage aber durch breites Auseinanderlagern der durch Spasmus geteilten beiden Magensäcke wieder in Erscheinung tretend (operiert).

anders zu beurteilen möglich ist. In rechter Seitenlage wird ferner der Magenausgang besonders gut gefüllt und entfaltet, da er so an tiefster Stelle steht und der ganze hydrostatische Druck auf ihm lastet. Wenn z. B. bei atonischem Magen der Bariumbreispiegel Antrum und Pylorus nicht erreicht und eine Beurteilung der Pars pyl. nicht zulässt und der Unerfahrene womöglich auf die mangelnde Füllung und die Konturunschärfe hin einen organischen Füllungsdefekt annimmt und die schwerwiegende Fehldiagnose Karzinom oder Ulkus stellt, ist es in rechter Seitenlage mit einem Blick möglich, solche Diagnosen auszuschließen.

Dasselbe gilt bei hypersekretorischem Magen. Das Sekret steht oft nicht nur oberhalb des Breispiegels an der Grenze der Magenblase, sondern steigt auch in dem aufsteigenden Schenkel eines Hakenmagens, der Pars. pyl., aufwärts (Abb. 73). Dadurch wird das Kontrastmittel von der Magenwand abgedrängt und wird nicht randbildend, es kommt zu Täuschungen, ein Füllungsdefekt wird angenommen oder eine durch Verwachsung verzogene Antrum-

linie (präpylorische horizontale Abschlußlinie Bruegels, Abb. 71a). In rechter Seitenlage sammelt sich das ganze Sekret an der nunmehr höchsten Stelle, nämlich dem Magenkorpus, und die ganze Pars pyl. wird von Barium ausgefüllt und zeigt sich jetzt voll entfaltet und scharf konturiert. Bleibt die Veränderung dagegen bestehen, so ist sie organisch bedingt und die Diagnose gesichert. Ähnlich günstige Bedingungen gelten für den Bulbus duodeni in rechter Seitenlage, wenn auch, wie später zu erörtern sein wird, hierfür die Chaoulsche Lage, halbrechts gedrehte Bauchlage, zweckmäßiger ist.

Bei den S. 83 u. 84 erwähnten regionär-spastischen Magen kann der Nachweis der bei diesen Magen — im Gegensatz zu den verwachsenen — vorhandenen freien Beweglichkeit ausschlaggebend die Diagnose ergeben. Ein solcher Nachweis gelingt oft in der Seitenlage. In dieser Lage hängt der am stehenden Patienten stark deformierte Magen mitunter ganz frei aus und legt sich mit der Längsachse in einer geraden Linie mehr oder weniger schräg oder steil nach rechts.

Falsch beurteilt wird häufig der Tonus eines Magens. Sagittal gesehen, sieht der Sinus des Magens quergedehnt aus und ließe, namentlich bei oberflächlicher Peristaltik, eine Tonusherabsetzung mehr oder weniger stärkeren Grades annehmen. In den meisten Fällen trifft das zu. Es gibt aber auch Magen, die durch Raumbéengung (übertriebene Lordose der Lendenwirbelsäule, Darminhalt u. a.) in die Breite gedrückt sind und eine Hypo- bzw. Atonie vortäuschen. Einer falschen Beurteilung zu entgehen, ist es in allen

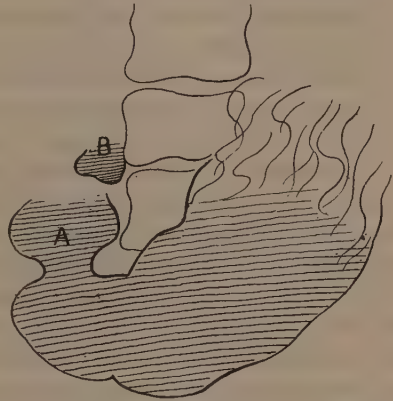


Abb. 73. Sekret in Pars pyl. und Magenkörper läßt das Kontrastmittel nicht randbildend werden (Hypersekretion) und täuscht Deformierung des Antrums vor.

Fällen nötig, den Magen in transversaler Durchleuchtungsrichtung sich anzusehen. Ist hierbei der kaudale Pol schmal oder sogar zungenförmig spitz auslaufend oder sind vordere und hintere Magenwand annähernd parallel, die Silhouette also gleich breit, so ist der Tonus als verstärkt bzw. als normal anzusehen. Ist dagegen der Magensinus beutelförmig plump, so liegt zweifellos eine Herabsetzung des Tonus vor. Die Transversaldurchleuchtung ist hierfür also ausschlaggebend und es ist in allen Fällen eine Unterlassungssünde, sie nicht anzuwenden. Durch die Transversaldurchleuchtung, die mit modernen Röhren auch bei adipösen Patienten möglich ist, wird mitunter auch ein hochsitzender Spasmus aufgedeckt, der in sagittaler Durchleuchtungsrichtung der Beobachtung entgangen sein kann. Ein solcher Spasmus verläuft bei hochsitzendem Ulkus mehr in dorsoventraler Richtung, an der Stelle, wo transversal gesehen die Fundusschale in den Magenkorpus übergeht. Dadurch liegt der Spasmus sagittal gesehen in Deckung. Rein auf der hinteren Magenwand sitzende Nischen oder Verwachsungen der vorderen Magenwand mit der Bauchdecke sind bereits erwähnte, nur in transversaler Richtung erkennbare Veränderungen. Und zwar ist die dextro-sinistrale Richtung empfehlenswert, weil

hierbei der Hauptteil des Magens in Nähe des Leuchtschirmes oder der Platte liegt.

Vor Überschätzung einer verzögerten Magenentleerung — ist sie das einzige pathologische Symptom — muß man sich hüten und bedenken, daß bei Erkrankung der benachbarten Organe, die wie z. B. Leber, Pankreas und Jejunum an der Erzeugung der zur Verdauung nötigen Sekrete beteiligt sind, reflektorisch die Magenentleerung in Mitleidenschaft gezogen wird. So wird bereits mehrere Tage vor einem Ict. catarrh. eine Motilitätsverzögerung des Magens gefunden. Werden die bis dahin noch unbestimmten Beschwerden als Magenschmerzen gedeutet, so könnte auf Grund des 2-Stundenrestes irrtümlich Röntgendiagnose auf Ulc. ventr. gestellt werden. Vor solchen Schematisierungen müssen wir uns hüten.

Eine Hypertonie ist als solche nur zu bewerten, wenn man sicher ist, daß der betreffende Patient den nicht für alle Individuen gleich wohlschmeckenden Röntgenbrei nicht mit Widerwillen genossen hat. War es der Fall, so wäre es ein Fehler, eine solche künstlich erzeugte Hypertonie als den dem betreffenden Patienten eigenen Magenzustand anzusehen. Eine solche künstliche Hypertonie könnte sogar eine Ektasie übersehen lassen.

Trotzdem die Untersuchung des Röntgenologen objektiv und unbeeinflusst vor sich gehen soll, wäre es falsch, die Verbindung mit dem behandelnden Arzt, der Klinik, deswegen zu vernachlässigen. Im Gegenteil, das ganze klinische Bild, die vorausgegangenen Untersuchungsergebnisse müssen dem Röntgenologen bekannt sein und in Verbindung mit seinem Befund gewürdigt werden. Bei einem zweideutigen Befund, z. B. ob eine morphologische Veränderung am Magenausgang karzinomatös oder ulzerös ist, ist der Untersucher berechtigt, sich bei vorliegender ausgesprochener Hyperazidität für Ulkus zu entscheiden (cf. Abb. 59 u. 86). Er muß diese klinische Berücksichtigung allerdings in seiner Diagnose zum Ausdruck bringen. Ein anderes Beispiel: Bei chemisch einwandfreiem und mehrmaligem Nachweis von okkultem Blut oder bei vorangegangenen Hämatemesen wird dem Röntgenologen von vornherein ein Weg gewiesen, in welcher Richtung er suchen muß, und er wird seine Untersuchung ganz anders einstellen, er wird sich vor allem mit einem negativen Untersuchungsergebnis weniger leicht zufriedengeben, sondern mit geänderter Untersuchungstechnik die klinisch feststehende Diagnose topisch zu sichern suchen, er wird schließlich bei negativem Magenresultat unter Benutzung der dem Patienten bereits einverleibten Kontrastmahlzeit dazu übergehen, die Röntgenuntersuchung auf den Darm auszudehnen. Die Mitteilung vorausgegangener klinischer Feststellungen sind also zum Vorteil des Patienten für den Röntgenuntersucher geradezu notwendig und müssen von ihm gewürdigt bzw. kritisch gewertet werden. Absolut falsch wäre es, sich als Röntgenologe einseitig einzustellen und über die Röntgenologie hinausgehende ärztliche Betrachtungen zu vernachlässigen. Auch allgemein ärztliche Betrachtungen gehören dazu, um röntgenologische Irrtümer zu vermeiden. Stehen seine eigenen Feststellungen mit dem übrigen klinischen Befund in Widerspruch, so kann das für ihn die Veranlassung sein, seine Diagnose noch rechtzeitig, ehe sie eingreifende schwerwiegende Folgen hat, durch eine Kontrolluntersuchung zu revidieren oder sich eine solche vorzubehalten, falls der Widerspruch nicht auf der anderen, der klinischen Seite geklärt wird. Ein Zusammenarbeiten der verschiedenen Untersucher ist also

zur Vermeidung von Fehldiagnosen unbedingt zu fordern und der Röntgenologe kann nur sich insoweit davon ganz unabhängig fühlen, als er seine Diagnose auf Grund ganz sicher pathognomonischer Symptome zu stellen in der Lage war.

C. Duodenum.

Um das Duodenum, besonders den Bulbus richtig zu beurteilen, ist es Vorbedingung, daß man dessen Lage und Form im Röntgenbild kennt. Man kann immer wieder die Beobachtung machen, daß der nicht röntgenologisch tätige Arzt sich darüber nicht klar ist, das Antrum für den Bulbus hält, den Sphincter antri für den Pylorus, den Bulbus für die Pars sup. duodeni oder für das obere Knie. Das kommt daher, daß früher die Technik der Duodenumbeobachtung und -darstellung nicht genügend ausgebildet war und man röntgendiagnostisch darüber nur wenig zu sagen wußte. Seit 1916 ist das anders, die Röntgendiagnostik des Duodenums hat auch in Deutschland einen Aufschwung genommen wie kein anderes Gebiet des Intestinalkanals, und Duodenumveränderungen werden jetzt mit guter Sicherheit röntgenologisch erkannt. Während schon früher die Amerikaner und die Wiener Schule pathologische Duodenumbilder systematisch beobachteten, hat neuerdings die Frage in Fluß gebracht vor allem Chaoul durch den Bau des Radioskops, das von mir wesentlich praktischer gestaltet wurde. Die Patienten liegen dabei in halbbrechter Bauchlage auf einer schiefen Ebene, durch diese Lage wird der Magenausgang und der Bulbus duodeni, mitunter das ganze Duodenum prall gefüllt.

Neuerdings haben sehr gute Aufnahmeerfolge des Duodenums am stehenden Patienten Akerlund, Berg und Sielmann jr. mit besonderen Konstruktionen erzielt, die die Aufnahme in einem Bruchteil einer Sekunde direkt anschließend an die Durchleuchtung gestatten und wobei die Sicherheit besteht, nur den wirklich gut gefüllten Bulbus auf die Platte zu bekommen.

Näheres wäre darüber in den entsprechenden Arbeiten nachzulesen. Jedenfalls sind wir heute durch verschiedene Methoden in der Lage, in den meisten Fällen das normale Duodenum, das früher nur flüchtig bei der Durchleuchtung beobachtet werden konnte, in seinen Hauptteilen voll entfaltet und gefüllt darzustellen und das kranke Duodenum an bestimmten Veränderungen zu erkennen. Die Nichtdarstellung und damit ausfallende Diagnose des Bulbus duodeni ist in den meisten Fällen ein technischer Fehler und durchaus zu vermeiden, es sei denn, die pathologische Veränderung des Bulbus verhindert seine Entfaltung. Jedoch ist die feinere Beurteilung des Bulbus, der der Sitz der meisten Erkrankungen ist, sowohl auf Platten, noch mehr bei der Durchleuchtung, sehr schwer. Es kommen hier viele Fehldiagnosen vor. Die früher ausschlaggebenden, eine Duodenumaffektion vielfach begleitenden Funktionsveränderungen des Magens selbst (Hypertonie, Hyperperistaltik und Hypersekretion) sind keineswegs pathognomonisch, sondern kommen ebenso auch bei Ulcus ventriculi vor. Die Diagnose Bulbusveränderung gründet sich also in der Hauptsache auf das direkte Symptom am Bulbus. Dieses kommt nun in mannigfaltigen Formen vor, die Übergänge sind fließend, einige Formen aber charakteristisch und herausgreifbar. Sie sind in zahlreichen Arbeiten beschrieben. Die Bulbusdeformierung kann aber leider die gleiche sein bei Ulkus, bei Narben, bei Verwachsungen, sei es ausgehend vom Bulbus selbst

oder von seiner Umgebung, ja selbst der Karzinom läßt im Gegensatz zu den typischen Bildern am Magen kein eindeutiges Symptom am Duodenum erkennen. Als einzig für *Ulcus duodenum* absolut beweisendes Zeichen gilt die Nische, die am Bulbus ebenso zu beobachten ist wie am Magen, nur daß sie meist sehr klein und vor allem nicht so häufig ist.

Wir wären differentialdiagnostisch großen Täuschungen unterworfen, wollten wir auf Grund des lokalen Bulbussymptoms eine sichere Diagnose stellen. Hier kommen aber die in letzter Zeit vielleicht etwas vernachlässigten, früher überbewerteten indirekten Symptome zu ihrem Recht. Denn auf Grund ihres Vorhandenseins ist es möglich, die sonst etwas farblose Diagnose „Wandveränderung“ des Duodenums enger abzugrenzen und häufig im Sinne eines Ulkus, einer Periduodenitis auf Ulkusbasis, gegen andere auf das Duodenum mit Verwachsungen übergreifende Veränderungen der Nachbarorgane zu entscheiden. Selbstverständlich kann bei der Bewertung des lokalen Symptoms auch die Anamnese und der klinische Untersuchungsbefund (einwandfrei nachgewiesenes okkultes Blut bei unverdächtigem Darm) ausschlaggebend sein.

Täuschungen können aber bei in Richtung Ulkus entschiedenen Diagnosen noch unterlaufen bezüglich des genaueren Sitzes. Im allgemeinen kann man den Sitz des Ulkus (ob auf Vorderwand, Kleinkurvaturseite usw.) von der Platte ablesen, absolut sicher ist die genaue Lokalisation infolge der Kleinheit des Objekts jedoch nicht. Einige Autoren gehen hierbei in verständlichem Enthusiasmus sicher zu weit.

Man muß wissen, daß der Bulbus auch deformiert werden kann durch rein spastische Vorgänge oder durch übergreifende Verwachsungen oder Schrumpfungen (Raffungen) bei einem pylorischen oder präpylorischen Ulkus. Dazu kommt, daß das sekundär ausgelöste pathologische Verhalten der Magenfunktion das gleiche sein kann bei *Ulcus duod.* wie bei einer Affektion am Magenausgang. Die Trias der Hypertonie, der Hyperperistaltik und der Hypersekretion bedeutet lediglich ein Exzitationsstadium im Sinne Schlesingers. Diese kurzen Ausführungen dürften genügen, darzutun, wie schwer im einzelnen die Diagnose ist und wie leicht Fehldiagnosen unterlaufen können. Immerhin sind wir heute durch die direkte Darstellung des Bulbus mittels Spezialmethoden in der Lage, eine Magenerkrankung von einer Duodenalaffektion mit ziemlicher Sicherheit in den meisten Fällen abzugrenzen. Wir können ferner mit großer Wahrscheinlichkeit eine ulzeröse Wandveränderung am Duodenum von Erkrankungen der Nachbarorgane trennen. Und schließlich sind wir mit seltenen Ausnahmen berechtigt, bei Fehlen von direkten lokalen wie indirekten und sekundären Symptomen ein *Ulcus duodeni* abzulehnen. Allerdings bedarf es dazu großer Erfahrung und der Fehlerquellen sind viele. Diese im einzelnen darzustellen, dienen die folgenden Seiten.

Der wichtigste Teil des Duodenums als Prädilektionssitz des Ulkus ist der Bulbus. Eine Bulbusdeformierung, die zu einer falschen Diagnose führen kann, kann durch verschiedene Umstände vorgetäuscht werden. Ich habe darüber im Albers-Schönberg-Gedächtnisheft Bd. 30 geschrieben. Da sind zunächst die mannigfaltigen Auffüllungs- und Expressionsstadien des Bulbus. Hierbei ist dieser nicht prall entfaltet und von guter konvexer Form, sondern seine Konturen sind wellig, seine Füllung ist ungleichmäßig (Abb. 74). Am

ersten ist noch als solches das Stadium der tiefsten Expression zu erkennen, wo wir einen vollkommen kollabierten Bulbus mit welligen Konturen und ungleichmäßiger Schattendichte auf der Platte sehen (Abb. 75). Am schwersten

Abb. 74 a.¹⁾Abb. 74 b.¹⁾Abb. 75 a.¹⁾Abb. 75 b.¹⁾

sind die Stadien der eben einsetzenden Entleerung oder das Stadium dicht vor der Auffüllung zu erkennen. Bei ersterer sieht man die sonst ziemlich scharfwinkligen oder nur leicht gerundeten Ecken stark abgebogen (Abb. 76 u. 77), bei letz-

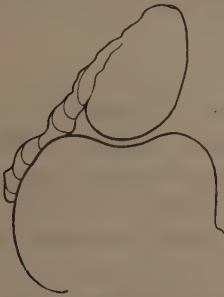


Abb. 76.



Abb. 77.

Typen von Entleerungsstadien.

terer die Seitenkonturen statt konvex wie beim vollentfalteten normalen Bulbus konkav (Abb. 78). Die in Abständen von mehreren Minuten hintereinander aufgenommenen Spezialplatten oder die Serienaufnahmen der Amerikaner

¹⁾ Mit a und b bezeichnete Abbildungen stellen jedesmal zwei in Abstand von Minuten aufgenommene Radioskopaufnahmen dar.

lassen die einzelnen Füllungszustände von pathologischen Bulbusformen unterscheiden und Fehler vermeiden.

Jenseits des Bulbus setzt häufig eine tiefe peristaltische Welle ein, die fälschlicherweise für eine Stenose gehalten werden kann (Abb. 79).

Zwischen Antrum und Bulbus sieht man den Pylorus dargestellt durch einen kurzen, bandartigen Schatten, der bedingt ist durch den den Pylorus gerade passierenden Kontrastbrei. An diesem Schattenband ist der Pylorus zu erkennen. Oder, wenn ihn Barium gerade nicht durchfließt, an der spaltförmigen Aufhellung, die einerseits begrenzt wird durch den leicht geschwungenen oder konkaven Bulbusboden und andererseits durch die Antrumrundung. Dieser beim normalen Bulbus kongruente Spalt ist typisch und läßt den Py-



Abb. 78. Typ des Auffüllungsstadiums.



Abb. 79 a.

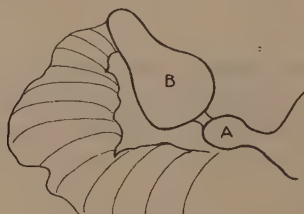


Abb. 79 b.

lorus von der Sphincter-antri-Bildung unterscheiden. Leicht ist dies bei der Durchleuchtung, wo man den Magen in seiner Bewegung sieht und den Pylorus bei den ersten Ausschüttungen einwandfrei erkennen kann. Schwer kann die Erkennung des Pylorus mitunter auf der Platte sein, namentlich wenn der Pylorusspalt von dem Antrumende etwas verdeckt wird und der Sphincter antri tiefer einschneidet. Hier können Irrtümer vorkommen. Für den Anfänger ist es empfehlenswert, sich die Lage des Pylorus, namentlich dessen seitlichen Abstand von der Wirbelsäule und die Höhe seiner Lage in bezug auf einen Lendenwirbel, ferner seinen Abstand zur vollentwickelten Antrumbildung zu merken, womöglich zu skizzieren. Dann ist eine Verwechslungsmöglichkeit zwischen der peristaltischen Wellenbildung — als solche ist der anatomisch nicht vorhandene „Sphincter antri“ aufzufassen — und dem Pylorus eher auszuschließen.

Das erwähnte „Pylorusband“, der bandförmige Schatten zwischen Antrum und Pylorus, bedeutet keine Insuffizienz, sondern ist normal! Die Insuffizienz

des Pylorus ist überhaupt kaum von der Platte abzulesen, sondern muß bei der Durchleuchtung beobachtet werden. Man erkennt die Insuffizienz an dem sofortigen und anhaltenden Durchtritt von Kontrastbrei durch den Pylorus, ein Leerstadium des Duodenums ist dabei nicht vorhanden, Pylorus und Bulbus werden stetig durchflossen. Mitunter ist der Bulbus dann sehr groß und breit (Dauerbulbus).

Eine Bulbusdeformierung kann vorgetäuscht werden durch den Bulbuschatten überkreuzende andere Schatten, so den der Pars descendens des Duodenums. Dessen durch die Ausgüsse der Kerkringschen Falten gekerbte Randkontur überragt einseitig den Bulbuschatten je nach Verlauf auf der Klein- oder Großkurvaturseite. Der Rand der Pars desc. wird dann irrtümlich für den Bulbusrand gehalten. Der Kenner erkennt den Deszendensrand an den typischen Kerben. Auch kann man bei Schrägaufblick auf die Platte häufig den richtigen Bulbuschatten als Kernschatten erkennen. Schließlich gilt auch hier wieder, daß der Untersucher sich bei der Durchleuchtung den



Abb. 80 a.



Abb. 80 b.

Normaler Bulbus, gekreuzt vom Duodenumknie und absteigendem Teil. Ueberschneidung an mehreren Stellen täuscht durch die Kerkringschen Faltenschatten eine wellige Bulbuskontur vor. Die zweite Radioskopplatte zeigt den Bulbus vollkommen frei, scharf konturiert und von normaler Form.

Verlauf und die Lage der einzelnen Duodenumteile merkt, am besten skizziert, So sind Fehldiagnosen von durch Überlagerungen vorgetäuschte Bulbusdeformierungen zu vermeiden (Abb. 80).

Der Bulbus kann durch Gasgehalt der rechten Flexur partiell eingedrückt werden. Das wird am häufigsten auf der Großkurvaturseite durch die Leberflexur des Kolons der Fall sein. Eine derartige Impression, die eine Deformation vortäuschen kann, ist auf der Platte ohne weiteres an der scharf abgesetzten starken Aufhellung zu erkennen, die die Gasblase veranlaßt. Auch Kotinhalt in der rechten Kolonflexur kann durch Impression zu Täuschungen führen, so namentlich in Chaoullage (Abb. 81).

Der Bulbus duod. kann bei dem auf dem Radioskop liegenden Patienten, wenn ein schlaffer ektatischer Magen vorliegt, von dem weiten Antrum überlagert und verdeckt werden, so daß vielleicht nur das Duodenumknie die Antrumsilhouette überragt. Da jenes eine sehr unregelmäßige Kontur und geringere Füllung zeigt, kann es zu einer Fehldiagnose kommen, wenn der Röntgenologe jenes Stückchen überragenden Duodenums, also das Duodenumknie, für einen

deformierten Bulbus hält. Mit einem Lagewechsel (Kontrollaufnahme im Stehen) mit anderer Technik (Methoden Akerlund, Berg oder Sielmann jr.) ist das zu vermeiden. Hierbei wird der Bulbus nicht so leicht überlagert.

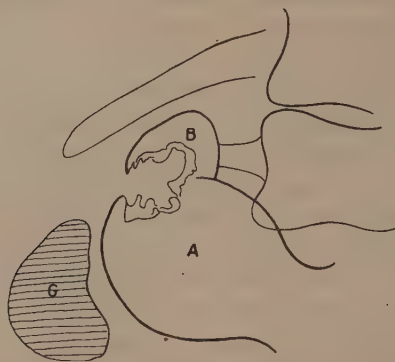


Abb. 81. Durch Darminhalt (rechte Kolonflexur) eingedrückter Bulbus und Antrum, einen organisch bedingten Defekt vortäuschend. G = Gasblase, die aber bis an den Bulbus nicht heranreicht, es ist also Kotinhalt als Ursache für die Impression wahrscheinlich. Operation wegen Verdacht auf Ulc. duod. ergab vollkommen normale Verhältnisse.

Scheindeformierungen des Bulbus können schließlich noch beobachtet werden durch Quetschung, indem, so z. B. auf dem Radioskop, die Wirbelsäule durch das Gewicht des Rumpfes auf das Duodenum drückt. Das ist aber nur der Fall, wenn der Bulbus ganz median liegt und die weit in die Abdominalhöhle vorspringende Wirbelsäule gleichzeitig auch Pylorus und Bulbus statt



Abb. 82. Durch Wirbelsäule gequetschter Magenausgang und Bulbus. Letzterer wird deformiert vorgetäuscht. Nicht verwendbar bei der Diagnosenstellung.

A = Antrum; B = Bulbus.

Pars inferior duod. allein komprimieren. Für solche Fälle von medianer Bulbuslage ist das Radioskop nicht zu verwenden. Für gewöhnlich liegen Magenausgang und Bulbus rechts von der Wirbelsäule. Ein gequetschter Bulbus ist an den Quetschfalten des Magenausganges ohne weiteres zu erkennen (Abb. 82). Im übrigen ist bei der Radioskoplage gerade die Kompression der Wirbelsäule auf die Pars inferior duod. und dadurch herbeigeführte Stase des Kontrastmittels im Duodenum erwünscht.

Alle diese hier aufgezählten Scheindeformierungen des Bulbus wird der Erfahrene schon an der Form erkennen. Außerdem aber ist die Vermeidung der Fehldiagnose leicht möglich durch Anfertigung mehrerer Platten in zeitlichen Abständen von 2—3 Minuten bei unveränderter Lage, so daß man bei 2, 3 und mehr Aufnahmen die Möglichkeit schafft, verschiedene Füllungsphasen auf der Platte zu haben. Eine echte Bulbusdeformierung wird auf allen Platten gleichartig sein, eine scheinbare wird durch die zweite und spätere Platte kaum bestätigt werden. Eine auf bestätigte Bulbusdeformierung gestützte Duodenumdiagnose ist absolut sicher.

Eine falsche Deutung erfährt vielfach eine Bulbusdeformation, die zwar echt ist, aber fälschlich als Nische gedeutet wird. Das sind rundliche oder zackige Ausbuchtungen eines deformierten Bulbusrandes neben einem Schattenausfall liegend. In Wirklichkeit sitzt das Ulkus neben der falschen Nische und die sogenannte Nische ist eine normale Ausstülpung der elastisch gebliebenen gesunden Bulbuswand, eine Tasche. Da wo das flache Ulkus sitzt, ist die Wand starr, vielfach verdickt und ins Lumen vorspringend, hier haben wir den Schattenausfall. Ist dagegen der Ulkusboden kraterartig vertieft, dann dringt Kon-

Abb. 83.

Falscher Nischenschatten, auf zwei Radioskopplatten genau übereinstimmend, bei typischem Sanduhrbulbus. Operiert wegen Ulkusverdacht. Das Präparat, aufgeschnitten, ergab nur an der vorderen Wand, dicht am Pylorus eine 1-Pfennigstückgroße strahlige, derbe Narbe, die den Bulbus stark einengt, kein Ulkus!

A = Antrum; B = Bulbus.

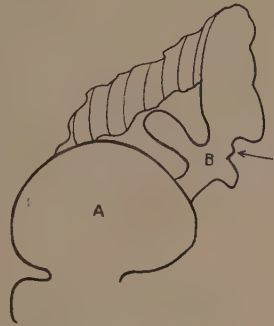


Abb. 83.

trastbrei in den Krater ein und wir haben eine echte Nischenbildung. Zur Unterscheidung der Tasche von der echten Nische gibt Schinz sehr richtig für die Tasche die schärfere Kontur und größere Schattendichte an, während die Nische oft weniger dunkelschattig und unschärfer in der Kontur ist. Der Grund ist der verschiedene Tiefendurchmesser. Die kraterartig vertieften *Ulcer duodeni* sind jedoch, wie jeder Chirurg bestätigen wird, die selteneren. *Ulcer duodeni* mit Nischenbildung in Höhe von 30—50% der beobachteten Röntgen-duodenumfälle, wie einige Autoren neuerdings behaupten, sind sicher übertrieben. In einem großen Teil dürfte es sich hierbei um falsche Nischen handeln. Da das floride *Ulcus duod.* bei weitem die häufigste Duodenerkrankung ist, die zum Röntgen Veranlassung gibt, werden natürlich auch eine große Zahl der Bulbusdeformierungen mit fälschlich angenommenen Nischen autoptisch bestätigt. Bei den kleinen Verhältnissen im ulkuserkrankten Bulbus ist die Bestimmung des Sitzes aus dem Röntgenbild nicht immer ganz korrekt möglich oder mit dem autoptisch gefundenen Sitz zu vergleichen, zumal beim *Ulcus duod.* in der Mehrzahl spastische Wandveränderungen aufgepfropft sind und der Röntgenbefund dadurch die Affektion bez. Ausdehnung größer erscheinen läßt, als er anatomisch ist (Abb. 83 u. 84).

Zur Illustrierung letzterer Tatsache möchte ich noch erwähnen, daß ein Bulbus derartig deformiert aussehen kann, daß man unbedingt eine Obliteration annehmen zu müssen glaubt. Autoptisch findet sich dann ein kleines flaches

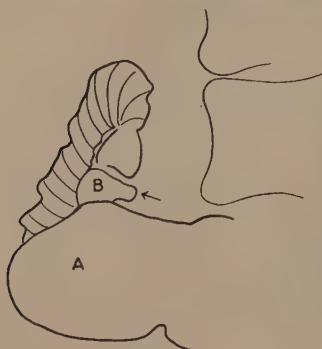


Abb. 84.

Abb. 84.

Falscher Nischenschatten. Am aufgeschnittenen Präparat fand sich ein kleines Ulcus simplex gleich hinter dem Pylorus. Ein Krater, der allein eine Nische abgeben kann, lag also nicht vor. Die Nische ist durch eine Tasche vorgetäuscht, diese durch einen kleinen Spasmus bedingt und das Ulkus ist in Höhe des Spasmus, also jenseits der Pseudonische, zu lokalisieren (beide Radioskopplatten übereinstimmend).

Ulkus ohne Verwachsungen. Die Formveränderung ist dann also ausschließlich spastisch verursacht (Abb. 85).

Eine falsche Deutung erfährt vielfach der sogenannte persistierende Bulbusfleck. Häufig wird dafür eine restierende Bulbusfüllung angesehen, wie wir sie vielfach beim normalen Bulbus nach Austreibung der Hauptmasse der Röntgenmahlzeit bei kleinem Magenrest finden. Der Magenrest kommt zustande, indem die Muskulatur der Magenwand erschlafft, also auch die vis a tergo für die Bulbusleerung fehlt. Der normale Bulbusrest ist stets glattrandig,

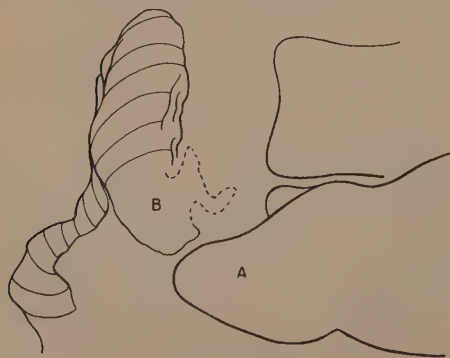


Abb. 85.

Abb. 85.

Auf 4 Radioskopplatten in der Form der schweren Deformation übereinstimmender Bulbus. Bei der Operation wurde lediglich 5-Pfennigstück-großes Ulkus auf Vorderwand und Kleinkurvaturseite ohne jegliche Verwachsungen festgestellt. Die Nische dürfte durch das Ulkus bedingt sein, sämtliche übrigen Veränderungen sind durch spastische Vorgänge hervorgerufen; diese lassen die Affektion als wesentlich ausge-dehnter annehmen. In diesem Falle fehlten jegliche indirekte und sekundäre Symptome.

er braucht den Bulbus nicht ganz auszufüllen, seine Basiskontur muß aber scharf sein. Ein gesprenkelter Bulbusrest kommt als pathologisch in Betracht, ebenso ein isolierter Fleck, namentlich wenn er an der Bulbusperipherie liegt; er ist auf Nischenrest verdächtig. Schwarz hat zu Entscheidung auf normalen Bulbusrückstand angegeben, daß dieser ausdrückbar ist, was wir bestätigen können.

Ferner ist hier anzuführen die Gipfelblase im Bulbus. Diese kommt ebenso im gesunden Bulbus vor. Mitunter aber zeigt eine besonders große Bulbus-nische eine Luftblase über der Bariumschicht.

Diesen vielen, eine Bulbusveränderung vortäuschenden Umständen stehen nun eine ganze Reihe von typischen lokalen Bulbuszeichen gegenüber. Diese hier zu beschreiben, gehört nicht zum Thema dieses Buches. Dies sei aber besonders angeführt, um nicht den Eindruck zu hinterlassen, daß die negativen Röntgendiagnosen in der Duodenumdiagnostik überwiegen. Im Gegenteil, die nach den modernen Methoden festzustellenden lokalen Symptome sind weit in der Mehrzahl und von dem Erfahrenen mit Sicherheit zu bewerten. Vorbedingung ist aber, daß die Platten erstklassig sind, d. h. daß sie scharfe Konturen der normalen Partien zeigen und kurzzeitig (in einem Bruchteil einer Sekunde) aufgenommen sind. Nur gute Platten sind brauchbar. Das zu verwertende lokale Symptom muß auf allen Spezialplatten in gleicher Weise vorhanden sein. Nur darin liegt die Sicherheit, vor falschen Bulbusdeformitäten geschützt zu sein.

Damit ist jedoch die feinere Differentialdiagnose noch nicht gestellt, sondern nur eine Magenerkrankung von einer Duodenalerkrankung abgegrenzt. Lediglich durch die Nische ist das floride Ulkus einwandfrei gesichert. Die Narbe macht dadurch, daß sie die Elastizität der Bulbuswand aufhebt, die

Abb. 86.

Falsch diagnostizierte große Nische. Die Veränderung könnte als *Carc. pyl.* imponieren, zumal Pylorusinsuffizienz bestand; wegen der hohen Säurewerte (104 Ges.-Ac.) wurde aber trotzdem Ulkus angenommen, obwohl die Nische nicht als solche aufgefaßt war. Die Nische ging vom Bulbus aus, der Bulbus war vollkommen stenosierte (Pyloruszapfen Biers und Chaouls). Autoptisch.



gleiche Entrundung oder zackige oder gekerbte Konturunregelmäßigkeit wie das flache Ulkus mit seiner entzündlichen Wandveränderung. An größerem Material kann man feststellen, daß Träger von Ulkusnarben im Duodenum häufig die gleichen starken Beschwerden haben wie Patienten mit floriden Ulzera. Man kann als Röntgenologe also nicht damit rechnen, daß Patienten mit narbigem, d. h. ausgeheiltem Ulkus nicht für die Röntgenuntersuchung in Betracht kommen, ganz abgesehen davon, daß neben Narben auch frische Ulzera vorhanden sein können, auch wenn sie der Chirurg nicht findet. Schlesinger läßt die Frage, ob Narben im Bulbus sich von frischen Ulzera unterscheiden lassen, noch offen. Ich habe an meinem Material feststellen können, daß bei 13 operierten rein narbigen Fällen dieselben Konturveränderungen vorlagen wie bei frischem Ulkus. Die Konturveränderungen bestanden in groben, zackigen Konturunregelmäßigkeiten als auch in spastischen Einziehungen der gegenüberliegenden Wand.

Ebenso habe ich feststellen können, daß reine Verwachsungen den Bulbus genau so deformieren wie das Ulkus. Dadurch ist es nicht möglich, die Pericholezystitis mit auf den Bulbus übergreifenden Verwachsungen von einer Duodenalerkrankung zu unterscheiden, und es ist mit Irrtümern zu rechnen, wenn das lokale Symptom den Ausschlag geben soll. Hier erhalten dann die früher als alleinige Symptome hochbewerteten, aber keineswegs pathognomonischen indirekten und sekundären Symptome am Magen wieder ihren Wert. Näheres darüber weiter unten.

Schließlich ist, um sich vor Irrtümern zu schützen, noch zu beachten, daß Verwachsungen, Stränge am Duodenum auch noch durch andere Krankheiten als von der Gallenblase ausgehend zustande kommen, so nach Peritonitis, nach Appendizitis u. a.

In den meisten Fällen ist der Sitz von Wandveränderung des Bulbus von der Platte ablesbar. Aber auch hierin kann man sich irren. Gewiß wird ein Ulcus pyl. in vielen Fällen am Pylorusspalt besondere Veränderungen erkennen lassen, wie z. B. keilförmige Inkongruenz, Pylorospasmus oder Pylorusinsuffizienz, mitunter großen und späten Magenrest, aber es ist auch damit zu rechnen, daß von einem Ulcus pylori oder praepylori Serosaverwachsungen auf den Bulbus und in das Lig. hepato-duodenale übergreifen, und in diesen Fällen ist eine exakte topische Diagnose nicht möglich. Praktisch ist ein solcher Irrtum ja wohl nicht von allzu großer Bedeutung.

Bevor wir die Bulbusdeformitäten bei Ulcus duodeni kannten, war die Diagnose auf Grund der indirekten Symptome nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu stellen. Die indirekten Symptome sind sehr trügerisch. Die bekannte und oben bereits erwähnte Trias Hypertonie, Hyperperistaltik und Hypersekretion kommen ab und zu auch geschlossen bei einem Ulcus ventric., ja auch bei Neurasthenikern vor. Daß die klassische Duodenumanamnese auch bei Magenulkus festzustellen ist, ist ja bekannt. Jedes der drei Symptome, einzeln vorkommend, beweist überhaupt nichts. So ist die Hyperperistaltik ein Zeichen, das bei Ulcus ventr. sogar häufig ist, während Hypersekretion und Hypertonie bei Magengeschwür etwas zurücktreten. Am meisten ist noch die Hypertonie für Duodenalaffektion belastend, bei Ulcus ventr. finden wir nach meinen Erfahrungen viel häufiger eine Herabsetzung des Tonus als eine Steigerung. Die drei indirekten Kardinalsymptome sprechen weder geschlossen noch einzeln für eine bestimmte Duodenalaffektion, sondern sie bedeuten nach Schlesingers Ansicht, der auch Schwarz beipflichtet, nur ein Exzitationsstadium, und dieses wird auch durch Narben, durch Periduodenitis und andere Duodenumaffektionen ausgelöst. Die indirekten Symptome allein können die Diagnose also nicht weiterbringen. Sie gewinnen aber an Wert, wenn sie neben einem lokalen Symptom vorhanden sind, und zwar entscheiden sie dann die Differentialdiagnose Ulkus, Periduodenitis gegen Gallenblasenerkrankung u. ä.

In Verbindung mit einem direkten Bulbussymptom sind sekundäre Symptome am Magen sehr wertvoll, allein besagen sie bez. einer Duodenalaffektion gar nichts. Ebenso wie die pathologischen Funktionssteigerungen entscheiden sie bei vorhandener Bulbuswandveränderung im Sinne eines Ulcus duodeni. Als sekundäre Veränderungen am Magen sind zu nennen: die Ptosis, die Propulsion des Antrums (beginnende Dilatation (Schlesinger), die Ektasie. Alle diese kommen nach Schlesinger bei Cholelithiasis nicht vor, auch nicht bei Neurasthenikern.

Außer diesen werden noch eine Reihe von weiteren Symptomen angeführt, die bei allen möglichen Magenerkrankungen vorhanden sind, so auch natürlich bei Duodenalerkrankungen, aber ohne irgendwie typisch zu sein. Auf diese Symptome eine Diagnose zu gründen, wäre falsch. Es sind lediglich pathologische Zeichen, aber keine spezifischen. Hier sind zu nennen der bereits erwähnte Dauerbulbus, der Rechtszug, Pylorospasmus oder Pylorusinsuffizienz, die Motilitätsverzögerung.

Zum Teil wurden diese Symptome früher hochbewertet (Kümmel), heute sind sie verlassen. So kann der Rechtszug des Magens rein durch Hypertonie bedingt sein. Mir stehen eine kleine Zahl solcher Fälle von Rechtszug, ohne daß Stierhornform vorliegt, zur Verfügung, die autoptisch als frei von Ulkus oder Verwachsung an irgendeinem Magenteil verifiziert sind. Ferner kann jede Affektion am Magenausgang (Ulc. pyl. u. praepyl.) ebenso zu Verwachsungen im Lig. hepato-duodenale. führen die einen Rechtszug veranlassen, wie ein Ulkus duodeni; der Rechtszug scheidet also als einseitiges Duodenalsymptom aus. Die Motilitätsverzögerung ist mehr ein Hauptsymptom für Ulkus ventriculi als für Ulkus duodeni. An einem größeren Material (Fortschr. Bd. 28,1) habe ich nachweisen können, daß fast die Hälfte aller Duodenalfälle eine normale Magenentleerungszeit haben und daß bei den Fällen, die einen Rest zeigen, dieser klein ist und die 4-Stundenzeit (Citobarinum) nur überschreitet, wenn der Bulbus stenotisch verändert ist. Also auch dieses Symptom ist für Duodenalerkrankung nicht brauchbar. Daß es sich bei den Fällen mit motorischer Insuffizienz ersten Grades nicht um Pylorospasmus handelt, sondern daß der Rest zustande kommt durch Erschlaffung der Muskulatur, eine Erklärung, die zuerst Schlesinger gebracht hat, findet immer mehr Anhänger. Die von Kreuzfuchs gebrachte sog. duodenale Motilität, d. h. beschleunigte Entleerung der ersten Hälfte der Mahlzeit und rasches Vorrücken dieses Teils bis zum Koekum, während die zweite Hälfte über die Normalzeit im Magen retendiert, steht heute auch keineswegs mehr im Vordergrund. Allzu häufig wird die duodenale Motilität nicht beobachtet.

Einige Autoren, so vor allem Schütze, glauben am Duodenum in pathologischen Fällen besonders häufig Antiperistaltik zu beobachten. Da Antiperistaltik mit Platten nicht zu beweisen ist, bleibt lediglich die Feststellung bei der Durchleuchtung, also eine mehr oder weniger subjektive Methode.

Schon eine physiologische Überlegung spricht dagegen. Warum soll, ohne daß ein stärkeres Hindernis im Duodenum inferior besteht, ein Rückfluß des Breies eintreten? Es kommt im übrigen Intestinalkanal zu antiperistaltischen Bewegungen immer nur bei mechanischer Verlegung.

Wohl aber kann retrograde Bewegung im Duodenum vorgetäuscht werden, wenn rascheres Nachfüllen den Abfluß überwiegt. Natürlicherweise muß dann der Breispiegel in der Pars desc. duod. aufwärts wandern. Eine andere Möglichkeit, wie es bei Duodenumschleifen zur Vortäuschung von Antiperistaltik kommen kann, zeigt Fall D., Abb. 87. Hier verlief eine aufsteigende Duodenalschleife der Pars desc. duodeni so entgegen, daß sie rechts von letzterer lag und man abwechselnd normal laufende Bariumbissen in dem oberen Teile der Pars desc. beobachtete, und dann scheinbar entgegengerichtete in der aufsteigenden Schlinge. Die Pfeile in den Abbildungen erklären, wie das scheinbare Hin- und Herwogen zustande kam.

Daß andererseits aber echte Antiperistaltik am Magen auch bei Ulc. duod. vorkommt, dafür stehen mir 2 Fälle mit einwandfreier Beobachtung zur Verfügung. Soweit ich die Literatur übersehe, ist dieses Phänomen bisher immer nur für ein Zeichen bei Pylorusverschluß angesehen worden. Antiperistaltik am Magen ist also keineswegs eindeutig.

Schließlich bedarf es noch der Erwähnung, daß vollkommen symptomlose Fälle von Duodenalaffektion, bes. Ulkus, vorkommen. daß diese Fälle aber

selten sind. Es fehlt hierbei sowohl ein lokales Symptom wie Zeichen eines Exzitationsstadiums. Mit den neu eingeführten Methoden der Darstellbarkeit des Bulbus werden aber vielfach auf Grund des lokalen Symptoms positive Diagnosen gestellt, bei denen die indirekten, seien es funktionelle oder sekundäre Symptome, am Magen fehlen, wo also das lokale Symptom das einzige Zeichen ist. Solche Fälle sind früher der Diagnostik verloren gegangen. Andererseits kommt es auch vor, daß eine autoptisch verifizierte Wandveränderung am Bulbus jegliches lokale Symptom vermissen läßt. Daß eine einzige Platte mit voll entfaltetem Bulbus gegen die Anwesenheit eines Ulkus spricht, wie einige Autoren anführen, stimmt nicht. Gerade in dem Stadium, wo der Bulbus nicht unter dem höchsten Druck steht, kommen Konturunebenheiten häufig besser zum Vorschein als im Stadium der prallsten Füllung. Das ist auch am Magen zu beobachten, wo eine perigastritische Verziehung unter starkem



Abb. 87. Falsche Antiperistaltik.

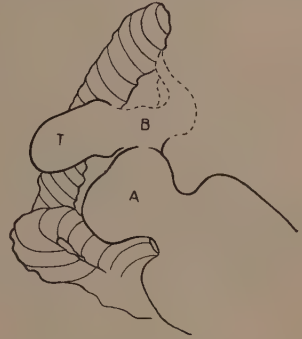
Innendruck und guter Peristaltik untergehen kann, bei nachgebendem Druck aber einwandfrei in Erscheinung tritt.

Bezüglich der Duodenaldivertikel ist im Rahmen dieses Buches zu sagen, daß damit zu rechnen ist, daß das Divertikel, das nach den Schinzschen Erfahrungen übrigens häufig gedoppelt und multipel vorkommt, sich nicht immer mit Kontrastmittel füllt. Man muß also mit negativen Diagnosen rechnen, wenn man nicht sein besonderes Augenmerk auf Divertikel einstellt. Sucht man darnach, dann gelingt es wohl immer, wenn auch erst nach der 3. Untersuchung, in irgendeiner Untersuchungslage das oder die Divertikel darzustellen. Und zwar scheint die günstigste Lagerung des Patienten hierfür die Bauchlage evt. mit Holzknechtlöffekompression, zu sein, weniger scheint hierfür die Radioskoplage in Betracht zu kommen. Meine eigenen Fälle, habe ich allerdings auf dem Radioskop darstellen können. Da das Duodenum häufig auch von kompakten Kontrastmittelpartien durchflossen wird und der Röntgenologe solche große Bariumschatten auch im Duodenum zu sehen gewohnt ist, kann ein Divertikel leicht übersehen werden, auch wenn es dargestellt ist! Ferner kann es, auch gefüllt, durch den großen Magenschatten verdeckt werden oder ihn nur gerade ein wenig überragen, und zwar nicht nur auf der Großkurvaturseite, sondern auch auf der Kleinkurvaturseite, so daß es nischenartig wirkt und

falsch diagnostiziert wird. Åkerlund hat ein derartiges nischenartiges überragendes Duodenaldivertikel richtig diagnostiziert und in den Fortschr. d. Röntgenstr. 26, S. 237 publiziert. Ich verweise auf die Skizze Abb. 39b im Magenabschnitt, wo ein dilatierter Bulbusteil divertikelartig neben der Mitte der kleinen Kurvatur erschien. Ich füge ferner eine Abb. 88 bei, wo eine Riesentasche des Bulbus bei Ulc. duod. in die Gegend der Papilla Vateri projiziert

Abb. 88.

Riesentasche der Großkurvaturseite des Bulbus bei Ulc. duod., auf beiden Radioskopplatten übereinstimmend dargestellt. Die große Tasche, über die Pars desc. duodeni projiziert (T), könnte ein Divertikel in der Gegend der Papilla Vateri vortäuschen, zumal ihr Zusammenhang mit dem Bulbus nur als unscharfe Linie schwach erkennbar ist (autoptisch).



wurde, so daß sie wie ein Divertikel wirkte, zumal ihr Zusammenhang mit dem Bulbus infolge Verwachsungen wenig scharf konturiert war.

Da nachweislich Divertikel röntgenologisch oft übersehen werden, ist in allen Fällen von negativ verlaufener Röntgenuntersuchung auf Ulc. duod. bei fortbestehenden Beschwerden und vor allem bei Blutungen an Duodenaldivertikel zu denken und immer wieder darnach zu fahnden. Andererseits spricht es nicht

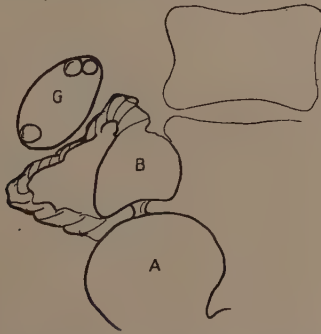


Abb. 89. Gallenstein beeinflusst Duodenumverlauf.
Keine Verwechslung (autoptisch).

dagegen, wenn der Chirurg ein röntgenologisch diagnostiziertes Divertikel nicht findet, daß dieses nicht besteht. Sektionen haben darüber aufgeklärt.

Über Karzinom des Duodenums liegen bisher noch keine typischen Röntgensymptome vor, sie sind selten. Das Karzinom verändert das Duodenum bzw. den Bulbus derartig, daß man aus der Aufhebung der Kontur nichts anderes ablesen kann, als einen durch Periduodenitis veränderten Bulbus. Mir steht ein einziger derartiger Fall zur Verfügung, der autoptisch gesichert ist. Mit Fehl-diagnosen ist also bez. Carc. duod. zu rechnen.

Daß man aus dem Verlauf des Duodenums, besonders dem Teil, der einer

mit Gallensteinen gefüllten Gallenblase benachbart liegt, eine Cholelithiasis indirekt diagnostizieren kann, ist von Schinz („Das Ulkusleiden im Rtg.-Bild“, Fortschr. d. Röntgenstr. Ergänzungsband 37) und neuerdings von Weinstein (Fortschr. d. Röntgenstr. 31 S. 4) in Betracht gezogen worden. Und zwar schließen die Autoren daraus eine Pericholezystitis, deren Adhäsionen mit dem Duodenum eine „Knickung“ oder „Verziehung“ des Knies bewirken soll. Leider ist der Schluß nicht richtig, wie beigegebener Fall Abb. 89 zeigt. In diesem Fall ist der große Solitärstein sogar auf der Platte dargestellt und man kann die Knickung des Duodenalknies erkennen. Die Operation ergab aber, daß nicht die geringste Entzündung oder Verwachsung bestand, die Gallenblase war ganz glatt. Das besagt, daß der Verlauf des Duodenums durch die vorspringende Gallenblase bedingt wird, aber nicht durch Verwachsungen. Wir würden das Symptom also auch bei jeder prall gefüllten Gallenblase zu erwarten haben, und damit verliert es leider sehr an Wert. Es würde zu Fehldiagnosen führen, aus der Duodenalknickung eine Verwachsung abzuleiten, wohl aber kann sie bei steingefüllter Gallenblase zu beobachten sein.

D. Kolon.

Die Fehldiagnose der Röntgenologie des Darmes waren bis 1911 so gehäuft, daß man die Ausbeute des Verfahrens sehr pessimistisch beurteilte. Schuld war aber lediglich die Methode. Man gründete die Diagnose auf die Betrachtung der Platten, ähnlich wie in der ersten Zeit der Magenradiologie, nachdem man den Darm entweder per os oder per clysmia mit Kontrastmittel gefüllt hatte. Man hatte dabei nur einen Augenblickszustand vor sich und es fehlte die laufende Beobachtung des Darmes sozusagen in seiner Funktion, das soll heißen während des Einlaufs oder stundenweise während der Passage nach Konstrastmahlzeit. Daraus ist zu lernen, wie immer aus den Fehlern der Vergangenheit. Wir, der heutige Nachwuchs, haben es leichter; nachdem die Fehler erkannt und beseitigt sind und uns vollkommenere Verfahren der Dickdarmdiagnostik zur Verfügung stehen. Mit der 1911 von Haenisch eingeführten Irrigoskopie ist die ehemals so magere Ausbeute anders geworden und die Radiologie des Kolons zu einem wertvollen Faktor der gesamten Darmdiagnostik geworden. Ja, es wäre ein Kunstfehler, das Verfahren zu unterlassen, in allen Fällen, wo in abdomine ein anderweitig nicht sicher zu diagnostizierender Tumor palpiert wird, wo hartnäckige Obstipation oder ileusartige oder kolikartige Schmerzen bestehen. Die Irrigoskopie, d. h. die Beobachtung des Kolons während des Bariumeinlaufes, und die Serierendurchleuchtung während der Passage des per os genommenen Kontrastmittels versprechen uns mit ausreichender Sicherheit ein diagnostisches Resultat.

In diesem Buche sollen die Fehler an der Spitze unserer Betrachtungen stehen und, wie bereits erwähnt, können wir aus den Fehlern der alten Zeit lernen, wie wir es nicht machen sollen. Es ist falsch, dem Patienten den Kontrasteinlauf einzuverleiben und sich nur auf die Aufnahme des gefüllten Kolons zu beschränken. Es ist falsch, diesen Einlauf anzuwenden, ohne daß der Darm mit Sicherheit von allem Inhalt früherer Mahlzeiten durch Laxantien und ausreichende Reinigungseinläufe befreit ist. Es ist ein Fehler, auf Palpation und Massage während des Einlaufs zu verzichten oder Lagewechsel zu unterlassen.

es sei denn, der Kontrasteinlauf läuft glatt und ohne hohen Druck bis zum Koekum ein. Ebenso ist es ein Unterlassungsfehler, wenn man auf die Beobachtung des Verhaltens des Kolons nach Wiederausheberung des Bariumklysmas verzichtet. Es ist falsch, sich nach Einverleibung eines Kontrastmittels per os auf die Beobachtung einer Teilfüllung des Kolons, eines gerade gefüllten Darmteiles, zu beschränken oder sich mit der Feststellung der Leere oder einer Lumenverengung eines zirkumskripten Darmteiles zu begnügen. Hierbei wurden früher die meisten Fehldiagnosen gestellt. Es ist falsch, wenn man bei Stenosenverdacht es unterläßt, eine durch das eine Verfahren festgestellte Enge durch das andere auf Konstanz zu kontrollieren und zu ergänzen, es sei denn, ein Ileus verbietet die Mahlzeit per os oder es muß ohne Aufschub operiert werden. Man muß ferner die physiologischen Engen, den Grad der physiologischen Schlingenbildung und die Haustrierung der Darmwand kennen, also das Normalbild genügend beherrschen. Dazu gehört Erfahrung, ohne die in der ganzen Röntgenologie nichts zu machen ist.

Im einzelnen folgendes: Viel hängt bei Verwendung des Bariumklysmas von dessen Zubereitung ab. Ist der dünnflüssige Brei nicht fein verteilt und suspendiert, sind Klumpen darin, so werden diese das Schlauchsystem verstopfen und der Einlauf plötzlich ins Stocken geraten, der Untersucher wird, da er dieses im dunklen Raume nicht sofort bemerken kann, an der Stelle, bis wohin der Einlauf vorgedrungen ist, eine Stenose vermuten und bis zur Klärung der Ursache unnötig Zeit verlieren und dem Patienten unnötigerweise Strahlen einverleiben. Über die geeignete Zusammensetzung des Klysmas ist in den Lehrbüchern nachzulesen. Zweckmäßig ist es, das Schlauchsystem mit Wasser zu füllen, um, bis man den Einlauf frei einfließen läßt, eine Verstopfung des Schlauches durch Aussedimentieren des Bariums zu vermeiden.

Fehlerquellen werden ferner geschaffen durch falsche Temperatur des Einlaufs. Durch einen kalten Einlauf kann man, wie im Experiment, Darmspasmen erzeugen; man steigert ferner den Tonus des Darmes derartig, daß es mitunter 1 Stunde und mehr dauert, bis man das ganze Kolon gefüllt hat. Der Einlauf muß sich im Körper erwärmen, erst dann gibt der Darm seinen erhöhten Widerstand gegen das Klyσμα auf. Ebenso wehrt sich der Körper gegen zu heiße Einläufe.

Eine physiologische Enge, die leicht als pathologische Striktur oder Stenose angesehen werden kann, befindet sich am Übergang der Sigmaschlinge zum Colon descendens. Gar zu leicht wird hier ein Tumor diagnostiziert. Diese Stelle tritt häufig so schlecht gefüllt und entfaltet in Erscheinung, daß es z. B. schwer ist, hypochondrisch-neurasthenisch veranlagten Ärzten, die sich „sicherheitshalber“ jenseits der vierziger Jahre wegen Darmbeschwerden untersuchen lassen, diese auffallende Stelle als suspekt auszureden. Es ist die Stelle, wo das Sigma — nächst der Ampulle und dem Aszendens der geräumigste Kolonteil — in den schmalsten Teil, das Colon descendens übergeht und wo das Kolon seine Richtung wechselt und seinen Verlauf vertikal nimmt; diese Umbiegungsstelle liegt der linken Fossa iliaca auf. Die Richtungsänderung ist anschaulich bei Transversaldurchleuchtung zu erkennen oder auf Transversalplatten, wie sie jetzt mittelst der beweglichen Buckyblende möglich sind und von Holzknecht bereits angefertigt wurden.

Man beobachtet, wenn der Darm gänzlich leer und kollabiert ist, hier mit-

unter ein kurzes Stocken, bis sich die Stelle entfaltet hat; sie hält in Rückenlage ihre Füllung auch nicht so fest, läßt sich durch leichten Druck in jeder Richtung aber leicht wieder füllen und dann in ihrer ganzen Breite erkennen. Beim normalen Kolon wird dazu jegliche Druckschmerzhaftigkeit hier fehlen.

Anders verhält sich dieser Übergangsteil, wenn er durch einen Tumor oder Verwachsung stenosierte ist. Dann haben wir hier einen ausgesprochenen Füllungsdefekt, eine Stockung während des Einlaufs und oft auch bei der Entleerung, die durch Ausheberung bewirkt wird. Dann entleert sich nur der distale Darmteil, während der proximale gefüllt bleibt. Dazu kommt ein zirkumskripter Druckschmerz und klinische Symptome, wie Obstipation, evtl. inkompletter Ileus, Blutabgang u. a.

Daß Kotinhalt im Darne zu den schwerwiegendsten Irrtümern führen kann, ist oben schon kurz erwähnt. Es ist selbstverständlich, daß irgendwelche Reste im Kolon das Kontrastmittel an der gleichmäßigen Ausbreitung hindern müssen, der Bariumschatten wird nicht gleichmäßig randbildend und es entsteht ein Füllungsdefekt. Solche Kotreste liegen am häufigsten in den Schlingen oder aber sie werden durch das einströmende Kontrastmittel vor sich hergetrieben und kommen dann schließlich ins Koekum zu liegen. Zum Teil mischen sie sich mit dem Barium, die Schattendichtigkeit bleibt aber ungleichmäßig, das Bild sieht „marmoriert“ aus und gibt zu großen Täuschungen Anlaß, zumal das Koekum für Tumoren und ulzerative Wandveränderungen ein Prädispositionsort ist. Dieser Fehler ist natürlich leicht zu vermeiden, wenn man den Darm zuverlässig entleeren läßt. Am besten wird das natürlich durch eingearbeitetes Pflegepersonal ausgeführt.

Nicht vermeiden kann man bei 24 Stunden später ausgeführten Serierendurchleuchtungen, nach Füllung des Darmes per os, daß am 1. und 2. Tage Kot von späteren Mahlzeiten ins Aszendens nachrückt und sich mit dem hier eventuell angesammelten Kontrastmittel mischt. Während dessen Schatten 9 h. p. c. und 12 h. p. c. gleichmäßig dicht gefunden war, wird er jetzt locker, fleckig, kann marmoriert aussehen und so eine Fehlerquelle abgeben, indem der Untersucher eine ulzerative Wandveränderung annimmt. (Autotypie Abb. 103 u. 104 Tafel 3). Aus den normalen Füllungsbildern der ersten Untersuchungen läßt sich aber eine Schleimhautveränderung ausschließen.

Durch übermäßige Schlingenbildung des Sigmas oder der beiden Flexuren kann eine Stockung des einlaufenden Kontrastmittels bedingt werden. Den Untersucher, der keine Erfahrung besitzt, könnte das verleiten, hier eine Wegunsamkeit anzunehmen. Im weiteren Verlaufe der Untersuchung ist die Ursache durch die Schlingenbildung aber leicht zu erkennen. Mit etwas höherem Druck wird die Entwicklung und Entfaltung einer solchen Schlinge leicht bewerkstelligt und die Lage und Form der Schlinge tritt zutage. Bei der Ausheberung bildet sie kein Hindernis. Durch Massage, die man evtl. durch den Patienten ausführen lassen kann, besser aber selbst mit der geschützten Hand oder dem Holz knechtlöfelfel vornimmt, ist es leicht, Kolonschlingen auseinanderzudrängen und zu übersehen. Etwas anderes ist es, wenn eine derartige Schlinge durch entzündliche Vorgänge mit einer anderen verbacken oder fest verwachsen ist. Dies ist für die linke Flexur von Payr als Doppelflintenlauf beschrieben. Durch Koprostase in diesen Schlingen kommt es leicht zu Druckgeschwüren und sekundären Entzündungen der Serosa. Die

Folge ist Verwachsung. Das ist öfter bei der langen Schlinge der Flexura lienalis der Fall. Eine solche Schlinge läßt sich dann nicht auseinanderdrängen. Es kommt aber auch vor, daß man eine lange Schlinge der Flexura lienalis sieht, die, sagittal gesehen, bei dem auf dem Rücken liegenden Patienten mit ihren Schenkeln parallel nebeneinander herläuft und wie eine Doppelflintenform aussieht. Betrachtet man das Gebilde dann transversal oder auch nur nach leichter Drehung des Körpers, so erkennt man, wie die beiden Schenkel der Schlinge räumlich mehr oder weniger weit auseinanderliegen, der Deszendensteil ganz lumbal, der Transversalteil in großem Bogen ventral verläuft, von Verwachsung also keine Rede sein kann. Der Fehler ist also leicht zu vermeiden, wenn man es sich zur Regel macht, sich in fraglichen Fällen nie auf eine Durchleuchtungsrichtung zu beschränken.

Verursacht eine übermäßig große Schlinge Obstipation, auch ohne daß ihre Wand etwa verändert ist, so kann das auf Grund des Einlaufsbildes nicht festgestellt werden, sondern höchstens vermutet werden. Das Resultat ist also ein negatives oder unsicheres. Die Diagnose kann aber gestellt werden, indem man sich ergänzenderweise der anderen uns zur Verfügung stehenden Methode bedient und die Darmpassage nach Bariummahlzeit beobachtet. Hierzu sind Serienbeobachtungen nötig. Durchleuchtungen 3, 6, 9, 24 und evtl. 48 h. p. c. gestatten ein absolut zuverlässiges Urteil zu gewinnen über den Transport des Darminhaltes, den Ort seiner Verzögerung und den zeitlichen Ablauf. Aus der ergebnislosen Voruntersuchung mittelst Einlaufs wird also eine sichere Diagnose durch die Untersuchungsmethode mittelst Bariumfüllung des Darmes per os. Die richtige Wahl der Methode ist also wichtig. Man muß wissen, daß für die Beobachtung einer Obstipation nur die physiologisch gerichtete Darmpassage Ergebnis verspricht; bei ulzerativen Wandveränderungen (Tuberkulose, Dysenterie, Colitis membranacea) ist es ebenso, während für die Feststellung einer Stenose sowohl das Kontrastklysma in Betracht kommt, wie die Füllung per os, am sichersten beide kombiniert, indem ein Verfahren das andere in seinem Befund ergänzt und kontrolliert.

Viele Unwegsamkeiten werden übersehen und wurden es namentlich früher vor Einführung der Irrigoskopie, indem man es unterläßt, das Verhalten des Kolons während des Vordringens des Einlaufs zu beobachten, also die Entfaltung des Kolons. Ein Tumor, ein Spasmus oder eine Verwachsung, sei sie flächenhaft oder in Form einer Bride (Strangverwachsung), verursacht nicht immer eine absolute Stenose. Wohl aber läßt sich die Einengung des Lumens während des Einlaufens des Bariumklysmas feststellen. Der Einlauf stockt kürzere oder längere Zeit an diesen Stellen, er dringt mitunter sprunghaft vor. Ist das Kolon ganz entfaltet und gefüllt, so geht das Symptom verloren, der Innendruck der Flüssigkeit überwindet die Einengung oder sie wird durch überhängende prall gefüllte Nachbarteile verdeckt und das Darmlumen zeigt scheinbar normale Breite. Unterläßt man es, den Einlauf nach der Haenischschen Irrigoskopiemethode anzuwenden, dann wird man manche negative Diagnose stellen. Nur die Irrigoskopie darf hierfür das heutige Verfahren sein! Eine zweite Unterlassungssünde ist der Verzicht auf die Wiederausheberung. Es kommt vor, daß ein Darm für die retrograde Passage, also den Einlauf, durchgängig ist, in der physiologischen Richtung aber ein Hindernis bietet. Das sind sogen. Ventilstenosen. Um den Fehler, diese zu übersehen, zu ver-

meiden, ist es notwendig, das Bariumklysma möglichst bald, ehe es stärker aussedimentiert, wieder abzulassen. Der Ort des Hindernisses tritt dann ohne weiteres in Erscheinung durch die Retention der Bariummassen oralwärts davon, während der distale Kolonteil leerläuft. Schließlich kann und muß man die Enge noch bestätigend feststellen und auf Konstanz prüfen durch Füllung des Darmes mit Kontrastmittel per os, wenn nicht zwingende Gründe wie Ileuserscheinung oder Notwendigkeit sofortiger Operation dagegen sprechen. Hat man durch die Irrigoskopie eine Stelle als verdächtig auf Stenosierung gefunden, so ist es leicht, dieselbe Stelle während der Passage von oben her zu beachten und auch so das Hindernis festzustellen. Erst dann hat man die sichere Diagnose und ist auf Grund der Röntgenogramme in der Lage, feinere Differentialdiagnosen zu stellen. Darüber später.

Man könnte auch die beiden Verfahren in umgekehrter Reihenfolge anwenden und es ist dies auch empfohlen worden. Meiner Ansicht nach ist das aber viel mühseliger und weniger sicher. Erstens mal orientiert der Barium-einlauf viel schneller und sicherer über den Ort der Erkrankung bei Stenosensverdacht. In vielen Fällen läßt er die Diagnose sogar schon stellen. Die Bariummahlzeit durchwandert den Darmkanal in vielen Stunden, vielfach bleibt das Kontrastmittel in Form einer zusammenhängenden Säule, in anderen Fällen aber treten in durchaus physiologischer Weise auch Lücken auf; so liegen Teile des Kontrastschattens im Aszendens, andere im Querkolon und wieder andere in Sigma und Ampulle. Alle die bariumfreien Stellen wären zunächst auf Lumeneinengung verdächtig und bedürften nach weiteren Stunden der Beobachtung auf Konstanz. Das Verfahren ist also leicht irreführend und zeitraubend. Haben wir aber von der Irrigoskopie her schon einen Fingerzeig, auf welche Stellen das besondere Augenmerk zu richten ist, so gewinnt das Füllungsverfahren per os wieder an ganz besonderem Wert. Wir können für die Passage der betreffenden Darmpartie die richtige Zeit voraussehen und abwarten, natürlich, ohne damit die Beobachtung der übrigen Teile, also des Gesamttrakts, zu vernachlässigen.

Es wurden in früherer Zeit, wo nur die Bariummahlzeit zur Feststellung von Dickdarmkrankheiten benutzt wurde, viel negative Diagnosen gestellt und deswegen die Röntgendiagnostik des Kolons als mäßig angesehen, weil der geeignete Moment für die Beobachtung einer bestimmten Stelle übersehen wurde, andererseits wurden viel Fehldiagnosen gestellt durch die falsche Annahme einer Wegunsamkeit einer z. Z. der Untersuchung gerade leeren Darmpartie. So kann bei einer Aszendensobstipation das Barium im Aszendens tagelang liegen bleiben, dieses ist infolge der Stase stark dilatiert, die Möglichkeit, ein Hindernis in der Flex. hep. anzunehmen, besteht.

Wie sehr es notwendig ist, bei Stensen beide Untersuchungsverfahren anzuwenden und durch einander gegenseitig zu kontrollieren, zeigen zahlreiche in der Literatur angeführte Fälle. Eine gute Zusammenstellung darüber gibt Stierlin in dem Kapitel „Dickdarmkrebs“ seiner „Klinischen Röntgen-Diagnostik des Verdauungskanal“.

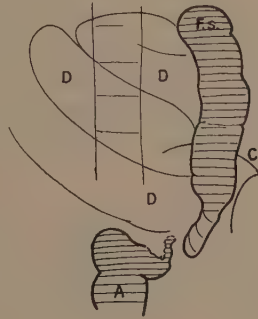
Ein Fehler wäre es, nach einem Bariumeinlauf alsbald den Darm per os mit einem Kontrastmittel zu füllen. Es bleiben Bariumteilchen in den Haustren lange liegen und können zu Täuschungen führen. Es ist das zu vermeiden, wenn man die Kontrolluntersuchung 2—3 Tage später vornimmt und inzwischen den

Darm durch mehrere Reinigungseinläufe und Laxantien von zurückgebliebenem Barium befreit. Dagegen ist es gestattet, wenn eine per os vorgenommene Füllung nach 24 u. 48 h. p. c. an der gleichen Stelle stockt, die weiter distal liegende Kolonpartie mit einem Bariumklysma aufzufüllen, um die Durchgängigkeit vom Rektum her zu prüfen und den Stenosensitz zu bestätigen.

Über den richtigen Ort des Sitzes eines Hindernisses kann das Bariumklysma in Ausnahmefällen täuschen; das muß man evtl. in Rechnung stellen. Es ist das

Abb. 90.

Abquetschung des Querkolons und Sistieren des Bariumklysmas an der linken Flexur (F. s.) durch luftgeblähte Dünndarmschlingen (D). An der linken Flexur wird evtl. Stenose angenommen, während das eigentliche Hindernis am Sigmaübergang zum Descendenssteil sitzt (autoptisch).
C = Crista il.

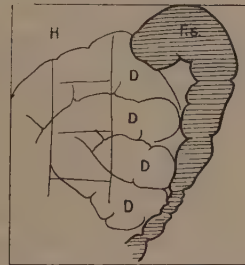


der Fall, wenn durch fast absolute Enge weithin oralwärts Stauung verursacht wird und der Dünndarm gebläht ist. Ein derartig luftgefüllter Dünndarm hat Armdicke und ist vom Kolon kaum zu unterscheiden, es sei denn durch seine mehr zentrale Lage. Ein geblähter Dünndarm kann auf das Kolon einen starken Druck ausüben und wird für den Einlauf evtl. an einer oder mehreren Stellen den Darm unwegsam machen. Eine solche scheinbare Unwegsamkeit kann sowohl distalwärts von der eigentlichen Tumor- oder Verwachsungsenge liegen (Abb. 90)

Abb. 91.

Stärkste Luftblähung des Dünndarms (D) bei ausgedehntem Karzinom des Koekums, komprimiert Querkolon für Bariumeinlauf, so daß der Sitz der Stenose fälschlicherweise hier angenommen werden kann.

F. s. = Flex. coli sin. H = Leberschatten.



als auch oralwärts (Abb. 91). Letzteres nämlich dann, wenn die Lumenverengung nicht absolut stenosierend wirkt, dadurch womöglich übersehen ist, daß Kontrastmittel bereits oralwärts der Enge weitergeflossen ist, und dieses erst an einer durch geblähten Dünndarm komprimierten Kolonstelle aufgehalten wird. Am ehesten wird geblähter Dünndarm auf die querverlaufenden Kolonteile drücken, also Transversum, und in zweiter Linie auf das Sigma. Eine Kontrolle mit Darmfüllung per os würde in diesen Fällen ohne weiteres die topisch falsche Diagnose aufdecken, und es ist aus den hier als Beispiel angeführten Fällen ersichtlich, welchen außerordentlichen Wert die Kontrolle mit anderer Methode hat. Jedoch gibt es, wie bereits oben angedeutet, Gründe, die gegen eine per-os-Füllung eines ileusverdächtigen Darmes sprechen. Jede übermäßige Dünndarmblähung macht Ileus wahrscheinlich, und so war es auch in unseren beiden Fällen.

Wenn Zeit und Umstände es irgendwie gestatten, soll man bei einem solchen Fall, wo Kontrastfüllung des Kolons per os kontraindiziert ist, wenigstens eine zweite Untersuchung mittelst Klysmas am anderen Tage vornehmen. Es ist nicht sehr wahrscheinlich, daß Gasdruck dann das Kolon an der gleichen Stelle komprimiert. Die Inkonstanz des Befundes wird eine Fehldiagnose vermeiden lassen. Es ist zum mindesten nötig, bei übermäßig luftgeblähtem Ileum und fehlender Kontrolle den Sitz der Stenose, ist sie nicht mit absoluter Deutlichkeit auf der Platte dargestellt, nur mit der gegebenen Vorsicht anzugeben, will man sich nicht einer Fehldiagnose aussetzen. Bedenken muß man, daß falsch angegebene Lage einer Stenose bei einer Operation evtl. eine unsachgemäße Schnittführung herbeiführt.

Es sind nicht nur Pleusfälle, die eine Dünndarmblähung zeigen. So habe ich bei perniziöser Anämie eine derartig irritierende Gasansammlung im Dünndarm

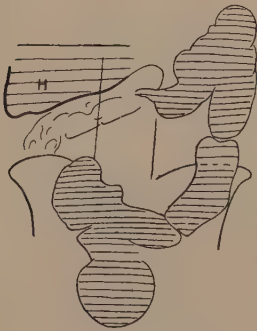


Abb. 92. Fall B.

Stelle erkennen lassen und wahrscheinlich auch einen besseren Einblick über die Konfiguration der Enge gegeben. Eine Fehldiagnose war zwar vermieden, indem die Art der Enge in der Diagnosenfassung wegen der noch ausstehenden Kontrolluntersuchung offen gelassen war, eine exakte Diagnose ist damit aber nicht gestellt. H = Leberschatten.

gefunden. Diese komprimierten Teile des Querkolons und der Sigmaschlinge derartig, daß die Schattenkolumne des per os einverleibten Bariums weithin unterbrochen war, ja zum größten Teil im Col. asc. stagnierte, sodaß es nicht möglich war, ein die Anämie verursachendes primäres Darmkarzinom mit Sicherheit auszuschließen.

Aus einem anderen Grunde kann es zur topisch falschen Diagnose bei Kolonfüllung mit Barium per os kommen. Bei tiefsitzender Stenose, z. B. einem Carc. recti, kann das proximale Kolon durch die dauernde Stase stark gedehnt und gebläht sein. Das trifft namentlich für das Col. ascendens zu, das schon oben als zweites Reservoir für Koloninhalt bezeichnet war. Die Kontrastmassen können nun hier lange Zeit liegen bleiben — 24, 48 u. 72 h. p. c. — und dazu verleiten, den Sitz der Krankheit weit höher, so z. B. in die rechte Flexur zu verlegen. Einen derartigen Fall mit isolierter Dehnung des Koekums und Colon ascendens bei Carc. recti bildet Stierlin, Abb. 681 S. 529 in seiner „Röntgendiagnostik des Verdauungskanal“ (1916) ab. In einem solchen Fall ist der Fehler aber auf alle Fälle zu vermeiden, indem man die immer zulässige und durch andere Gründe nie kontraindizierte Einlaufsmethode als Kontrolle anwendet. Es ist immer wieder

Abb. 92.

Klinisch: Unbestimmte Schmerzen im Epigastrium, okk. Blutungen. Hartnäckige Obstip. Bariumeinlauf: Ampulle, Sigma, Col. desc. und linke Flexur gut gefüllt. Trotz längerer rechter Seitenlage gelingt es nicht, das Querkolon und Col. asc. zu füllen. Nur ganz geringe Bariumteilchen gelangen in den mit Luft gefüllten proximalen Kolonteil. Abschlußlinie des Schattens im distalen Drittel des Querkolons läuft etwas keilförmig aus wie bei Karzinom. Röntgendiagnose: Hindernis Mitte Querkolon. Kontrolle mit Bariumfüllung des Darmes per os gefordert, aber unterblieben. Operiert: Strangverwachsungen zwischen Querkolon und Magen einerseits und Leber andererseits, wahrscheinlich durch Ulc. duod. Epikrise: Die unterbliebene Kontrolluntersuchung mit Barium per os hätte in Verbindung mit dem Einlaufsbild die Länge der stenotischen

zu betonen, daß eine Sicherheit in der Bestimmung des Sitzes einer Stenose nur gegeben ist, wenn man die Stenose bei Füllung per os und per rectum an übereinstimmender Stelle findet. Ausgezeichnete Beispiele bringt erwähnter Autor in seinem Buch in den zu den Abb. 643/4, 647/8, 650/1, 654/5/6 gehörigen Fällen.

Viele Diagnosen dürften gefehlt werden durch die allzu voreilige und nicht genügend belegte Annahme eines malignen Darmtumors bei einer am Kolon als stenotisch nachgewiesenen Stelle. Gleiche Bilder haben in der Röntgenologie ja leider bei vielen Organen ganz verschiedene anatomisch-pathologische Ursachen. So ist es auch bei den Dickdarmstenosen, die durch ein strikturierendes Karzinom, eine Verwachsung oder einen Spasmus bedingt sind. Alle bewirken eine Enge, die absolut stenosieren kann oder bei Durchgängigkeit mehr oder weniger lang sein kann. Es ist nicht richtig, daß eine kurze, scharf abgesetzte Enge für Karzinom spräche.

Abb. 93.

Vor 4 Wochen Appendektomie. Jetzt zeitweilig in r. Oberbauchgegend palpabler Tumor und Darmsteifungen. Ikterus. Bariumklysma: Ampulle, Sigma und Col. desc. gut gefüllt. Trotz Beckenhochlagerung gelingt es nicht, das Barium über die linke Flexur hinauszubringen. Abschlußlinie scharf, dicht unter dem linken Zwerchfell. Nach 1 Std. noch dasselbe Bild. Colon asc. und Querkolon als Luftzylinder in ganzer Ausdehnung deutlich. Darmspasmus vermutet, Kontrolle mit Füllung des Kolons per os gefordert, unterblieben. Operiert. Befund: Cholelithiasis mit starken Adhäsionen. Lig. flex. lien. auffallend kurz, zieht linke Flexur stark hoch. Epikrise: Der Ort des Hindernisses war mittelst des Einlaufes zu finden möglich, zumal die Blähung des Querkolons bis dicht an die für den Einlauf unwegsame Stelle heranreichte. Die Enge konnte also nur kurz sein. Die Art des Hindernisses war nicht geklärt. Die Annahme eines Spasmus hätte eine Untersuchung mit Darmfüllung per os nach Vorbehandlung mit Atropin gefordert. Es handelte sich um eine Stenose, die durch Abknickung des zuführenden Flexurschenkels hervorgerufen war. Die Gasblähung hat sekundär die Stenose noch verstärkt, indem sie gegen den abführenden Schenkel drückt (Spornbildung?). Cr = Crista. H = Leberschatten.

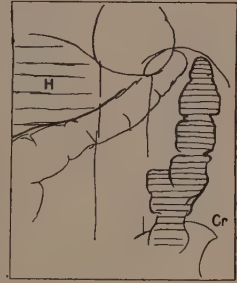


Abb. 93. Fall T.

Nimmt ein Karzinom einen ganzen Kolenteil ein, wie z. B. das ganze Col. ascendens, so ist es möglich, die Diagnose richtig zu stellen. Häufiger aber sind am Kolon ganz zirkumskripte kleine Karzinome. Diese können ringförmig sein und sich im Bild als ganz kurze Engen darstellen oder sie sind wandständig und bewirken die Enge durch Vorwölbung des kleinen Tumors in das Lumen. Letzterer wird am wenigsten absolut stenosieren. Für alle Typen finden wir in der Literatur Beispiele und gute Abbildungen. Auch hier wieder ist es Stierlin, der das größte Material veröffentlicht hat und der zeigt, wie die Karzinomdiagnose nur gestattet ist zu stellen, wenn es dem Untersucher gelingt, sowohl durch die Füllung per os wie per rectum die pathologische Stelle in ihrer ganzen Form darzustellen. Ich kann auf die typischen Fälle bei Stierlin verweisen, so die Abb. 647/8, 649/652 u. a., und möchte hier nur gegenteilige Fälle bringen, die zeigen, wie man es nicht machen soll (Abb. 92, 93, 94). Die Fälle zeigen eine Unwegsamkeit, wie wir sie auch bei Karzinom sehen. Die Ursache des Hindernisses ist bei allen drei Fällen eine andere, in keinem Falle wäre es möglich, aus dem Befund nach Bariumeinlauf eine exakte und eindeutige Diagnose zu stellen oder wenigstens malignen Tumor auszuschließen. Durch die keilförmige Abschlußlinie sieht der

Fall Abb. 92 am ehesten einem Karzinom ähnlich. Im Falle T. erscheint die Abschlußlinie scharf. Es ist aber damit zu rechnen, daß sie durch die pralle Füllung des Colon-descendens-Endes verdeckt wird und unsichtbar ist. Im Falle L. ist zwar der ausgefallene Sigmateil durch geringe Bariumbeläge teilweise zu sehen, der Übergang in den vollen Schatten ein ganz allmählicher. Derartiges kann aber auch durch außerhalb des Darmes liegende Tumoren verursacht werden (z. B. volle Blase!). Für einen partiellen Darmspasmus ist das Bild keineswegs typisch, während es vielleicht bei Füllung per os charakteristisch gewesen wäre. Sämtliche Fälle sind ungenügend durchuntersucht und ist man auf die geforderten Kontrollen nicht eingegangen. Man hat sich klinischerseits mit der Feststellung des Ortes des Hindernisses begnügt. Wieweit dies täuschen kann, ist bereits oben er-

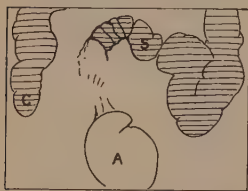


Abb. 94. Fall L. 29j.

Abb. 94.

Klin.: Unbestimmte Magenanamnese. Außerordentlich hartnäckige Obstipation, Stuhl nur jeden 5. Tag nach Einlauf. Leib nicht aufgetrieben. Kein okk. Blut. Verdacht auf Spasmen oder Megakolon. Bariumeinlauf: Einlauf fließt glatt ein bis Koekum. Der Übergangsteil zwischen Ampulle und Sigma wird nur fein von Barium durchrieselt, eine vollkommene Füllung ist hier auf größere Strecke nicht zu erzielen. Sigmaschlinge liegt in großem Bogen nach oben und rechts und ist dilatiert. Valvula Bauhinii war auf Druck insuffizient. Ausheberung

zeigt, daß für den Rücklauf die ausgefallene Stelle ein Hindernis bildet, die Ampulle entleert sich, im Col. desc. und Sigma bleiben große Bariummassen liegen. Röntgendiagnose: Ventilstenose zwischen Ampulle und Sigma ohne nähere Bezeichnung. Operationsbefund: Feine, aber breite Verwachsungen an der bezeichneten Stelle. Die Stenose wurde vom Chirurgen als spastisch bezeichnet. Appendix chron. pathol. verändert. Cholelithiasis. Epikrise: Durch Verwachsung bei Appendizitis erzeugter Spasmus des Darmes, der auffallenderweise für die retrograde Passage nicht absolut stenosierend wirkt, in stärkerem Grade für den Transport in normaler Richtung. Der breite Ausfall eines Kolonteiles (11 cm lang) blieb bei der Röntgenuntersuchung unklar. Eine Füllung per os hätte durch Darstellung der Abschlußlinie eher ein Bild gegeben. Ebenso hätte wahrscheinlich eine Einlaufskontrolluntersuchung zu einem anderen Tag, evtl. nach Vorbereitung mit Atropin, ein anderes Bild gezeigt und aus der mangelnden Konstanz ein Schluß gezogen werden können.

wähnt. Durch die Unterlassung der Kontrollen sind eindeutige Diagnosen verhindert worden.

Ein typisches Beispiel für den Wert der Beobachtung des Kolons während des Füllungszustandes und für das Versagen der Diagnosenstellung ausschließlich nach der Platte ist der Darmspasmus. Wer diese Diagnose nach der Platte, also einem augenblicklichen, herausgegriffenen Momentbild, stellen will, der wird vorwiegend Versager haben und sogar Fehldiagnosen. Die Diagnose Kolonspasmus ist nur zu stellen mittelst der Durchleuchtung, wo man das Verhalten des Kolons länger beobachten kann. Der Kolonspasmus tritt vor unseren Augen auf, er dauert eine Weile, wird stärker, wird schwächer, dehnt sich bald auf kürzere Strecken aus, bald auf längere, er entsteht, er verschwindet, er wechselt seinen Ort, ist bald hier, bald da, tritt vielfach auch multipel auf. Das alles kann man auf der Platte nicht erkennen, jede Darmbewegung, jede Tonusänderung geht hier verloren und das Resultat ist ein negatives. Ist eine spastische Einengung einmal auf die Platte gekommen, so ist daraus nicht zu sagen, wie sie zustande gekommen ist. Es kann sich um eine Einengung bei zirkulärem Karzinom handeln, ja es kann auch dasselbe Bild bei Abknickung durch Strangver-

wachung so aussehen. Am anschaulichsten sieht man die Spasmen bei dem Bariumklysma, weil man hier ihre Entstehung und ihr wechselndes Verhalten am besten beobachten kann. Aber auch bei der per-os-Füllung des Kolons ist die Feststellung möglich, nur bedarf es hier mehrerer Kontrollen. Man wird sonst hier Gefahr laufen, eine stärkere lokale Haustreneinziehung für Spasmus zu halten. Man muß auf solche verdächtige Stellen immer wieder achten und in Abständen von Stunden in den üblichen Serierendurchleuchtungen mit besonderer Sorgfalt suchen. Treten die Lumeneinengungen an den verschiedenen oder gleichen Stellen immer wieder auf, sind sie auch auf längere Strecken feststell-

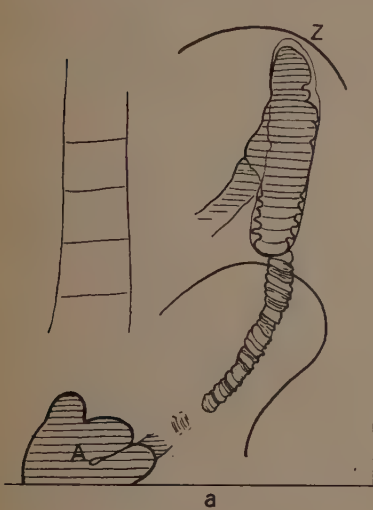


Abb. 95 a.

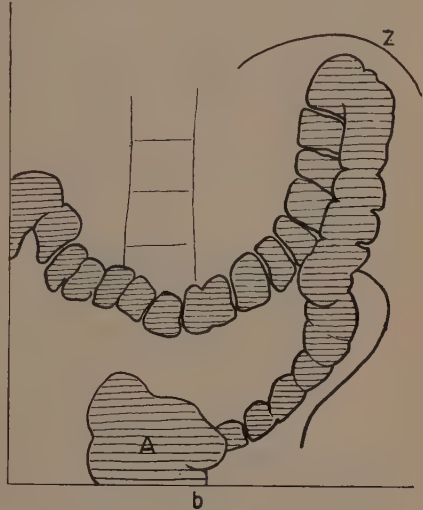


Abb. 95 b.

a) regionär spastischer Darm mit starken Schmerzanfällen, nicht kolikartig, dabei blutigen Stuhlgängen. Sigma und Colon desc. verlaufen vollkommen gestreckt, ein Teil davon ist eng kontrahiert, die Haustren stehen geldrollenförmig eng. An anderen Stellen hebt sich die Darmwand als Doppelkontur ab, die Form der kontrahierten Mukosa ist als Zähnelung sichtbar. Der Bariumeinlauf ist nicht über die linke Flexur zu bringen. b) derselbe Darm nach Stägiger Atropinbehandlung, das Kolon entfaltet sich jetzt leicht, der Spasmus ist aufgehoben, das Lumen normal weit, die Sigmaschlinge noch etwas gestreckt. Patient ist schmerzfrei.

bar, in der Stärke wechselnd, im Auftreten aber konstant, so ist man zur Diagnose „Kolonspasmen“ berechtigt. Wichtig ist es, solche Fälle nach antispastischer Therapie erneut zu untersuchen und aus dem therapeutischen Erfolg die Diagnose zu sichern. Daß bei Darmspasmen okkultes Blut auftreten kann, ist teilweise noch unbekannt, es darf in der Diagnose nicht irre machen. Der positive Blutbefund wird bei reiner Plattendiagnose mit sichtbarer röhrenförmiger Lumeneinengung am ehesten verführen, einen malignen, blutenden Tumor anzunehmen, und kann die Ursache für eine folgenschwere Fehldiagnose sein! Ein Beispiel eines spastisch veränderten Darmes mit kolikartigen Schmerzen und Blutungen bringe ich im Abb. 95. Nach achttägiger Atropinbehandlung ist durch die Kontrolluntersuchung der einwandfreie Beweis erbracht für die Abwesenheit einer organischen oder mechanischen Stenose. In diesem wie auch in

anderen Fällen Abb. 94 u. 96 fällt die dichtstehende, gehäufte Haustrierung auf, die sich auf größere Teile des Kolons, hier fast $\frac{2}{3}$ der Deszendenspartie erstreckt. Die einzelnen Haustren sind dabei ganz kurz, das Ganze sieht aus wie ein Feigenkranz oder Geldrolle, während sonst tief einschneidende Haustren rundlich oder oval bleiben. Der betreffende Darmabschnitt befindet sich also auf einem größeren Darmabschnitt unter einem stark erhöhten Tonus, an kürzeren oder längeren Strecken ist dabei das Darmrohr total eingengt.¹⁾

Mit der Feststellung der Diagnose Kolonspasmen ist die Diagnose noch keineswegs vollständig, das muß man bedenken! Die Ätiologie der Krankheit fehlt. Darmspasmen sind oft nur sekundär und ihre Ursache liegt oft woanders. Ich habe einen Fall zur Verfügung wo nachträglich die Ursache in einem Ulcus penetr. ventr. gefunden wurde.

Bei einem außerhalb des Kolons liegenden, dieses komprimierenden Tumor ist die Gefahr, eine Fehldiagnose zu stellen, nicht so groß wie bei den Verände-

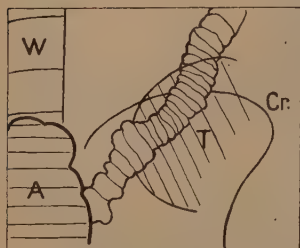


Abb. 96. Kompression eines Sigma-Deszendenteils durch einen ungeklärten retroperitonealen Tumor (der Niere nicht angehörig). Der Darm wird bei Einlauf glatt passiert, erscheint aber sehr matt im Schatten. Er ist breit komprimiert und im spastischen Zustand, erkennbar an der engen Haustrierung. T = palpabler Tumor; C = Crista; W = Wirbelsäule; A = Ampulle.

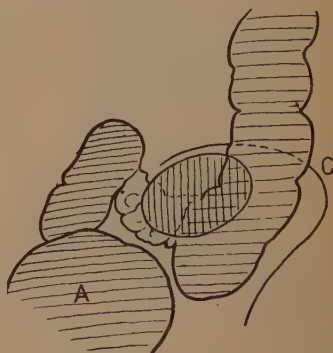


Abb. 97. Bauchdeckenabszeß, der einen Teil des Sigmas breit komprimiert. Sigma wird von Einlauf glatt durchflossen, bleibt aber matt im Schatten und ist ungleichmäßig gefüllt. C = Crista. Tumor mit Ring markiert, senkrecht schraffiert.

rungen, die ein extraventrikulärer Tumor auf den Magen ausübt. Der Darm ist beweglicher und kann weiter ausweichen. Man hat die Möglichkeit je nach Lage des Tumors, ob ventral oder dorsal vom Kolon liegend, eine Untersuchungslage zu wählen, die den Darm sich frei entfalten läßt. Unterläßt man den Lagewechsel, so wird das Bild des durch partielle Kompression deformierten Darmes den Untersucher zu einer Fehldiagnose zu verleiten. Bei einem mittelst Klysma untersuchten Kolon ist die Schattendichtigkeit der komprimierten Stelle eine geringere, die Konturen evtl. ganz matt, weil an der betreffenden Stelle das Barium nur dünn verteilt hindurchrieselt. Wir erhalten ein ähnliches Bild wie im Falle L.

¹⁾ Anmerkung bei der Korrektur: Nachträglich vom Verlag genehmigte Wiedergabe einiger Autotypen gibt die Möglichkeit eine, besondere Art von Kolonspasmus zu zeigen. Das Darmrohr kontrahiert sich derartig eng, daß geringe Mengen des eingeklemmten Kontrastmittels eine sternförmige Anordnung zeigen, (cf. zwei Fälle Abb. 101 u. 102, Tafel 1 u. 2).

Abb. 94. Bei Untersuchung eines solchen Falles nach Füllung per os wird das Kolon im Laufe der 12—24 Stunden langen Passage Zeit haben, auszuweichen, evtl. verlagern sog. große Darmbewegungen den Darm, bis er frei von dem Tumor kommt. Das setzt voraus, daß der Darm nicht mit dem Tumor verwachsen ist. Ist er das, so wird die Vermeidung der Fehldiagnose schwerer sein. Im allgemeinen behält ein komprimierter Darmteil seine Breite, er ist meist platt komprimiert und das ist ein verwertbares Zeichen (Abb. 96 u. 97). Denn ein Darmkarzinom oder eine Bride verengert eher das Lumen ringförmig zirkulär, ein Spasmus macht es röhrenförmig. Andere Tumoren außerhalb des Kolons komprimieren nicht, sondern verlagern das Kolon, und zwar weicht es dorthin aus, wo es den wenigsten Widerstand findet, also seitwärts. Stierlin hat darauf hingewiesen, daß man bei der Differentialdiagnose perityphlitischer oder retroperitonealer Senkungsabszeß aus der Art der Verlagerung erkennen kann, um was es sich handelt. Der retroperitoneale Abszeß verschiebt den Peritonealansatz des Koekums und Aszendens und mit ihm den Darm medianwärts, der perityphlitische Abszeß dagegen verlagert nicht. Das wird man sich merken müssen. Ebenso ist es wichtig zu wissen, daß ein Milztumor keine Verlagerung des Kolons verursacht, da die vergrößerte Milz sich stets ventral lagert, also vor dem lumbal verlaufenden Deszendens und Flexurteil liegt. Daß alle anderen Tumoren und Organvergrößerungen (überfüllte Harnblase!) weitgehende Verschiebungen des Kolons bewirken können, dürfte klar sein und zu Fehldiagnosen keine Veranlassung geben. Aus der Richtung, von der aus das Kolon verlagert ist, ist häufig ein Rückschluß auf das verlagernde Organ möglich.

Ein intraabdominaler Abszeß, der womöglich vom Darm ausgeht oder ihm benachbart liegt und ihn mit einbezieht, wie z. B. der perityphlitische, verändert in manchen Fällen die Kolonkontur derartig, daß Verwechslungen mit einem Karzinom der Darmwand vorkommen können. Zu einer Stenosierung kommt es dabei weniger. So fallen Teile der Koekumkontur aus, entweder weil sie komprimiert sind oder weil die Mukosa sekundär entzündlich verändert ist und dann das Kontrastmittel auf der exsudativ entzündeten Schleimhaut nicht haftet.¹⁾ Wir sehen also Füllungsdefekte unregelmäßiger Art, die an der Peripherie des palpablen Abszeßtumors liegen. Letzteres ist differentialdiagnostisch mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit für Appendizitisabszeß verwertbar, aber nicht mit Sicherheit, denn es gibt auch Tumoren, die von der Darmwand ausgehen und sich peripher von ihr ausdehnen (Abb. 99). Eine Koekumveränderung bei perityphlitischem Abszeß, die einem Koekumkarzinom sehr ähnlich sieht, zeigt Fall Abb. 98.

Eine Insuffizienz der Valvula Bauhinii als pathognomonisch für chronische Appendizitis anzunehmen, dazu sind wir heute nicht mehr berechtigt. In den Jahren 1912/13 war darüber eine größere Diskussion in den Fachzeitschriften. Inzwischen hat jeder Röntgenologe Gelegenheit gehabt, darüber Material zu sammeln und sich eine Meinung zu bilden. Wohl kommt die Insuffizienz der Valv. Bauhini bei chronischer Appendizitis vor, aber auch bei anderen Krankheiten, so bei habitueller Invagination des Ileum in das Colon ascendens, bei Karzinom des Ileums oder des Koekums u. a. Ja es gelingt auch unter zu hohem Druck des Einlaufs oder nach kräftiger Massage der Koekumgegend bei ganz

¹⁾ Vgl. die Autotypie Abb. 108, Tafel 5.

normalem Darne diese Insuffizienz künstlich herbeizuführen, man kann sie verhältnismäßig oft erzeugen. Ich kann es mir deswegen ersparen, Einzelfälle darüber anzuführen. Im Rahmen dieses Buches dürfte die Feststellung genügen, daß man es vermeiden muß, unter zu hohem Einlaufdruck zu untersuchen, daß man, kommt es unter normalen Untersuchungsbedingungen zu einer Insuffizienz, diese differentialdiagnostisch nicht eindeutig verwerten darf. Kommen weitere Symptome dazu, wie z. B. ein eng auf die Koekum- und Appendixgegend lokalisierter Druckschmerz, ein palpabler Tumor, der neben dem Koekumschatten liegt, so ist die Diagnose Appendizitis bzw. Appendixabszeß gestattet. Auffallend ist dabei, wenn man das Verhalten des entzündlich erkrankten Magens mit dem des Darmes bei chronischer Appendizitis vergleicht, daß der Darm bezüglich Tonus und Peristaltik nicht die geringste Änderung zeigt. Er ist auf eigene Affektion im Gegensatz zum Magen also wenig sensibel. Wohl aber kann der erkrankte Magen Veränderungen am Kolon auslösen. So kommen,

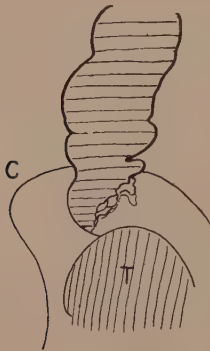


Abb. 98. Appendizitischer Abszeß. Schattenabriß des Koekums gänzlich zerrissen und zerklüftet wie bei Karzinom (autoptisch). C = crista. T = palp. Tumor mit Draht-ring markiert.

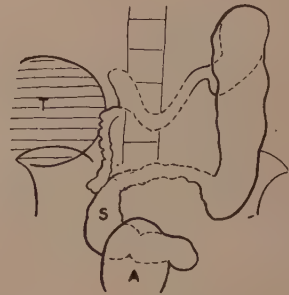


Abb. 99. Adenokarzinom, kindskopfgroß, mit Drahtring markiert, von der Wand des Colon ascendens ausgehend, sich aber seitlich ausdehnend und das Kolon verdrängend. In der Mukosa ein 3×4 cm großer Krater, übrige Mukosa intakt. Wirkt rtgl. wie ein extraintestinaler Tumor (autoptisch).

wie bereits oben erwähnt, partielle Darmspasmen vor, die zunächst idiopathisch zu sein scheinen, bei Röntgenuntersuchung des Magens aber dann als durch ein Magengeschwür ausgelöst geklärt werden. Ich habe einen derartigen Fall von Darmspasmen durch Feststellung eines Ulcus penetr. ventr. (Nische) klären können. Daß der Darm auf Magenerkrankung sehr reagiert, geht ja auch schon aus der bei Magenerkrankung so häufig feststellbaren Obstipation hervor. Es ist daraus die Forderung aufzustellen, bei allen nicht eindeutig festgestellten Darmveränderungen die Ursache am Magen zu suchen oder auszuschließen, um sich vor Überraschungen zu sichern. Es kommt häufiger vor, daß ein Patient, dem durch die ätiologisch ungenügend gestellte Diagnose von seinem Arzt nicht geholfen wird, in andere Hände übergeht und der erste Arzt bloßgestellt wird, indem der zweite seinen Untersuchungsplan von anderen Gesichtspunkten aus aufstellt und zu einer restlosen Klärung des Falles gelangt. Nur die richtige Diagnose verspricht eine zweckmäßige richtige Therapie!

Während also das Symptom der Insuffizienz der Valvula Bauhinii für Flüssigkeit (Klysma) nicht in dem Maße verwertbar ist, wie es früher schien, wo man ein Symptom für chronische Appendizitis gefunden zu haben glaubte, ist der retrograde Durchtritt von Darmgas ein sicheres Zeichen für Schlußundichtigkeit der Klappe unter pathologischen Verhältnissen. Da im Dünndarm Gas normalerweise nicht vorhanden ist, kann es nur durch eine insuffiziente Klappe hindurchgetreten sein. Das kann vor sich gehen bei absoluter tiefsitzender Kolonstenose, wo das ganze proximale Kolon unter Gasdruck steht und dilatiert ist. Solche Fälle sind oben S. 109 und bei Abb. 90 u. 91 schon erwähnt. Es kann aber auch in geringeren Mengen Gas übertreten und sich im untersten Ileum finden. Das ist immer suspekt und ein verwertbares Zeichen und kommt bei Zerstörung der Koekalklappe vor, also bei Karzinom oder Ileumkoekumtuberkulose (Abb. 100, 108 u. 110).

Wir kommen nun zu einer Gruppe von entzündlichen Erkrankungen der Darmschleimhaut, bei denen der Nichterfahrene geneigt ist, in Anbetracht der auf den Platten stark auffallenden Zeichen die Diagnose zu stellen, die ihm durch die klinischen Unterlagen gegeben erscheint, häufig ja auch stimmt. Es ist aber wichtig zu wissen — und dem erfahrenen Röntgenologen ist das bekannt —, daß sämtliche ulzerativ-indurative Schleimhautveränderungen ein gleiches Röntgenbild abgeben, so daß wir röntgenologisch nicht in der Lage sind, Dickdarmtuberkulose, Bazillen- oder Amöbenruhr oder Colitis ulcerosa voneinander zu unterscheiden, also eine ätiologische Diagnose nicht stellen dürfen. Auf dem Röntgenbild sind die Symptome in vielen Fällen groß und nicht übersehbar, aber für alle drei Krankheiten übereinstimmend. Ferner ist es wichtig zu wissen, daß der Röntgenbefund auch ein negativer sein kann, wenn die Erkrankung der Darmschleimhaut an Ausdehnung noch gering ist, also meist in den ganz frischen Fällen, wo die Erkrankung noch nicht auf die tieferen Schichten der Wand übergegriffen hat. In den ausgesprochenen Fällen ist das Bild ein sehr buntes, wenn man die richtige Methode anwendet. Die Wahl der Methode ist in der Dickdarmradiologie für das Untersuchungsergebnis vielfach ausschlaggebend. Ist die allein zweckmäßige Methode dem Untersucher nicht bekannt, wird er in Form von negativen Diagnosen Mißerfolge haben. Das ist bereits eingangs erwähnt und muß immer wieder betont werden.

Für die röntgenologische Feststellung der ulzerativ-indurativen Schleimhauterkrankungen ist die souveräne Methode die fortlaufende Untersuchung des Darmes nach Füllung per os (Seriendurchleuchtungen 5 oder 6, 9, 12 und 24 h. p. c.) Erst in zweiter Linie kommt das Bariumklysma in Betracht, dabei sind die Wandveränderungen aber erst nach der Ausheberung des Einlaufs auftretend und auch dann lange nicht so typisch wie bei der per-os-Füllung. Die bei letzterer Methode gefundenen Symptome sind für die ganze Gruppe



Abb. 100.

Carc. coeci, fehldiagnostiziert, da die Schattierung und Fleckung für Kotreste eines nicht vollkommen gereinigten Darmes gehalten wurden. Einlaufsbild. Die Diagnose wäre eher richtiggestellt worden, hätte man den Luftgehalt des erweiterten Ileum beobachtet (J) (autoptisch).

typisch und kommen zustande einmal dadurch, daß die von der Mukosa aus schwer entzündete und in toto verdickte Darmwand den Kontrastmittelbrei nicht haften läßt, so daß wir eine Schattenleere haben, auch bezeichnet als Hypermotilität eines zirkumskripten Kolonstückes, dann durch Bariumbeläge in den Falten und starken Unebenheiten (Ulzera) der Mukosa. Durch letztere kommt eine fleckige und streifige Schattierung zustande. Schließlich ist noch der Luftgehalt in dem durch Wandverdickung und Narben zu einem starren haustrenlosen Rohr, umgewandelten von Kot und Kontrastmitteln freien Kolonteil das dritte markante Röntgensymptom, die scheinbare Durchsichtigkeit des erkrankten Kolonteils. Alle drei Zeichen zusammen sind von Kienböck treffend als „marmorierter Luftzylinder“, von Stierlein als „gasgefüllter Schattenzylinder“, von Schwarz als „Flechtbandform“ bezeichnet worden. Einzelheiten anzugeben, verbietet das Thema dieses Buches, die am Schlusse des Buches gebrachten Autotypien Abb. 107 bis 110, Tafel 5 u. 6 klären darüber auf.

Fehldiagnosen können ferner vorkommen, indem nicht ganz kotfreier Darm durch kontrastlosen und fleckigen Schatten eine Marmorierung und Schattenleere vortäuscht. Die Gefahr ist bei der Einlaufmethode am größten. Dann aber auch bei dem per os gefüllten Kolon, indem von später eingenommenen gewöhnlichen Mahlzeiten her Kot in das Koekum und Aszendens nachgeschoben wird und sich allmählich mit hier noch angesammelten Kontrastmitteln mischt.¹⁾ Dadurch kommt natürlich eine grobe Fleckung zustande. Nie aber wird dabei der Darm als Luftzylinder imponieren, auch werden stets Haustren vorhanden sein, wenn auch deren Wandkonturen an den Stellen, wo Kontrastmittel nicht wandständig ist, ausfallen. Ferner wird die Starrheit des Darmrohres ausfallen. Und schließlich ergibt der Gang der Untersuchung noch die Gewißheit. Denn ein Kotnachschiebung wird erst einige Stunden nach den ersten Serierendurchleuchtungen auftreten, also zu einer Zeit, wo man die Koekumgegend bereits in zwei und mehr Untersuchungen als normal feststellen konnte. Man hat also durchaus die Gewißheit, einen Irrtum zu vermeiden, nur muß man das Zeichen des Kotnachschiebungs kennen, um bei den Untersuchungen 12 h. p. c. und später nicht an seinen ersten Befunden irre zu werden. Umgekehrt kann eine Fehldiagnose aber unterlaufen, indem man Schattenungleichmäßigkeiten und Konturunregelmäßigkeiten für Kotnachschiebung hält, wo in Wirklichkeit eine organische Veränderung des Darmes vorliegt. Weniger wird das aus oben angeführten Gründen der Fall sein bei Untersuchung mit Darmfüllung per os als bei der Klysmauntersuchung. Einen diesbezüglichen Fall mit falscher Diagnose führe ich als Beispiel an (Abb. 100). Hier füllte das Bariumklysma das Kolon in normaler Weise bis zum Koekum. Jenseits des Koekums, im stark erweiterten Ileum, sah man auf eine kurze Strecke grobe unregelmäßige Schattenflecken, die eine gewisse Marmorierung abgaben und als Kotreste, im Koekum liegend, angesehen wurden, zumal Patient die Reinigungseinläufe nicht gehalten

¹⁾ Nachträglich vom Verlag genehmigte Autotypien, Abb. 103—106, Tafel 3 u. 4, zeigen derartige Kotnachschiebungen ins Koekum, ferner ins Querkolon vordringendes Kontrastmittel. Derartige Bilder können mitunter schwer von denen bei ulzerativ-indurativer Wandveränderung unterschieden werden. Die Konturen der Darmwand sind jedoch im Gegensatz zu letzteren überall scharf ausgeprägt, die Haustren tadellos erhalten.

hatte. Fehlerhafterweise wurde eine Kontrolle, vor allem eine solche mit Füllung per os unterlassen. Die Sektion ergab ein Karzinom des Koekums, übergreifend auf das Ileum. Bei nachträglicher Besichtigung der Platte konnte im untersten Ileum proximal der suspekten Stelle reichlich Gasgehalt festgestellt werden. Dieses Symptom hätte besser beachtet werden können und auf die richtige Bewertung der als nicht suspekt angesehenen Koekum-Ileumveränderung hinweisen können (cf. S. 117).

Tafel 1.



Abb. 101.

Weitreichender Spasmus des Colon descendens bei Ba-Klyisma.
Auffüllung und Entfaltung des Col. desc. ging unter Schmerzempfindung vor sich, die
Füllung von Querkolon u. Ascendens gelang erst nach Knieellenbogenlage.
Zuerst wurden Teilspasmen am Col. desc. beobachtet, dann trat unter den Augen des
Untersuchers die spastische Kontraktion und Entleerung des ganzen Col.
desc. auf!

Tafel 2.

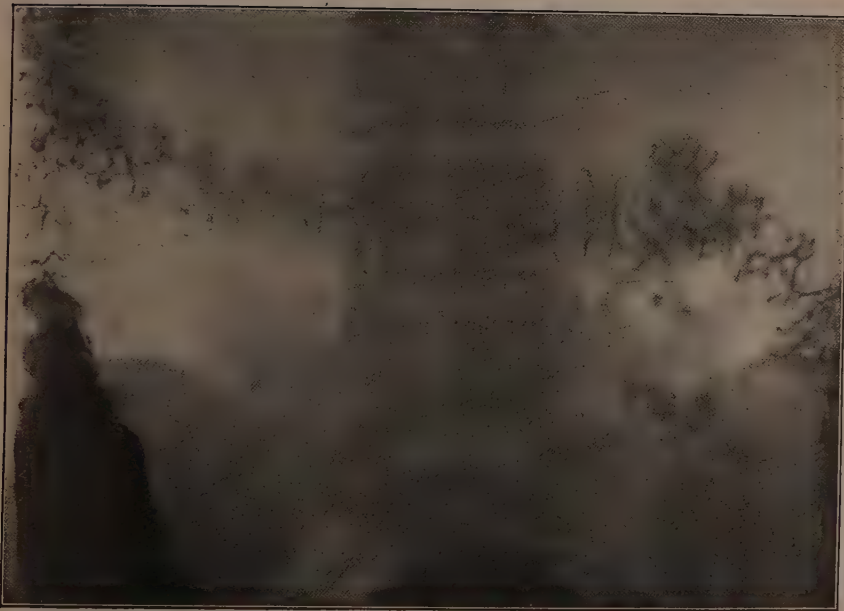
L



R

Abb. 102 a.

L



R

Abb. 102 b.

Spasmus des ganzen Col. transv. und ascendens bei subakuter Enteritis. Spasmus trat bei der Ausheberung des Ba-Klysmas plötzlich auf, a der kurz vorher normal aufgefüllte Darm.

Tafel 3.

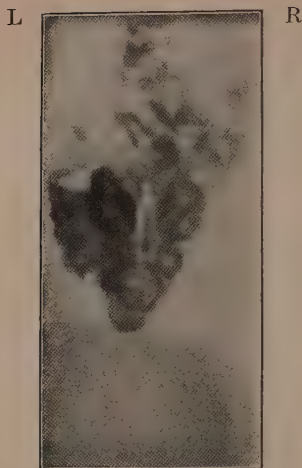


Abb. 103.

Normaler 24-Stundenrest im Koekum. Durchsetzung mit nachrückendem Kot bereits eingetreten. Pseudomarmorierung kann zu Täuschungen führen. Ba per os.



Abb. 104. Normalbild.

Aszendenspartie 48 h. p. c. zeigt die Durchmischung des Kontrastmittels mit nachrückendem Kot. Die Fleckung kann zu Täuschungen Anlaß geben.

Tafel 4.



Abb. 105.

Col. asc. u. transv. 10 h. p. c.

Normalbild. Die eigentümlichen Wandbeschläge haben Ähnlichkeit mit den Bildern bei ulzerativ-indurativen Prozessen. Unterstes Ileum noch gefüllt, Appendix dargestellt.

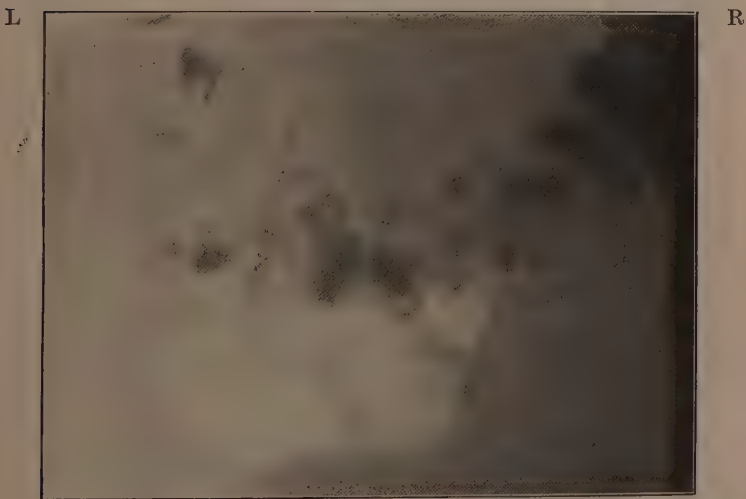


Abb. 106. Normalbild.
Quercolon 24 h. p. c.

L

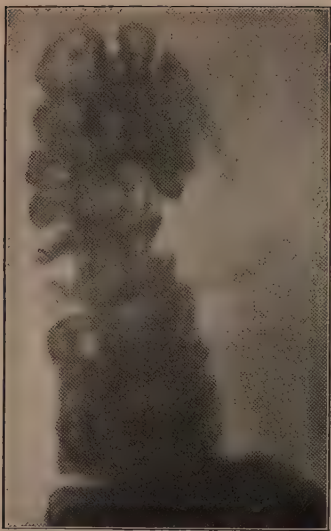


Abb. 107.

R Tafel 5.

Abb. 107.

Colon asc. nach Ba per os. Alte Kriegsrühr. Schattenungleichmäßigkeit und Fleckung auf allen Platten gleichbleibend, auch auf Einlaufsbild. Floride Ulzera sind nicht mehr anzunehmen, da Haustren gut ausgebildet sind und Wandstarre wegfällt.

Abb. 108.

Sekundäre Wandveränderung bei großem appendizitischem Abszeß (operativ bestätigt), von Aszendentstuberkulose nicht zu unterscheiden. Insuffizienz der Valv. Bauhinii unterstes Ileum luftgefüllt und mit Bariumniederschlägen versehen. Nachteilweiser Ausheberung des Ba-Klysmas. Oben bariumgefüllter Magen $\frac{1}{2}$ h. p. c.

L



R

Abb. 108.

L

R



Abb. 109. Konglomerattumor am Übergang des Col. desc. zum Sigma, palpabel (mit Drahttring markiert). Es lag tuberkulöse Beteiligung der Mukosa vor (durch Operation verifiziert). Eigentümlich breite, aber dünne Niederschläge des Kontrastmittels (Klysma) im Bereich der luftgefüllten Partie, deutlich Starre dieses Darmteiles. Schlingen verbacken.

L

R

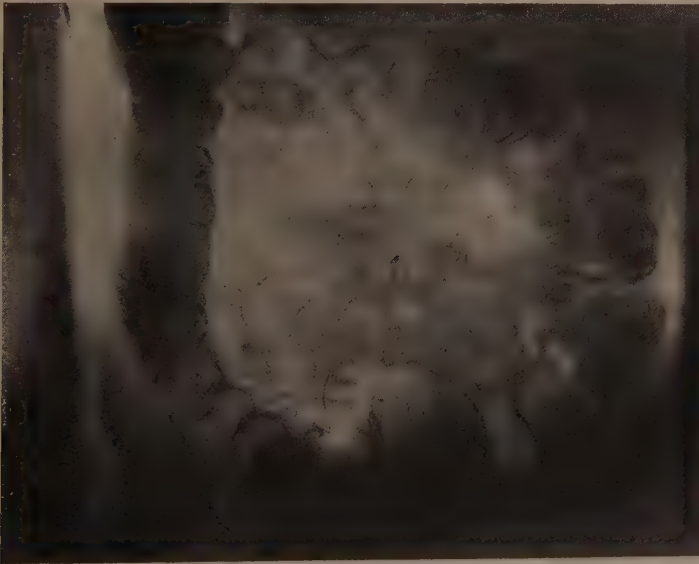


Abb. 110. Aszendenstuberkulose (Einlaufsbild). Darmrohr im Bereich der erkrankten Partie stark gekrümmt und verzogen. Die Konturbegrenzung ist hier sehr ungleich. Schleimhaut nimmt Kontrastmittel nicht an, es besteht typische Fleckung. Die Valv. Bauh. ist insuffizient, das Ileum ist weithin mit Luft gefüllt.

Irrtümer der Röntgendiagnostik der Lungen, des Mediastinums und des Zwerchfells

Von

Prof. Dr. med. **Alexander Lorey**

Mit 48 Textabbildungen

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	129
Allgemeines	129
Diagnostische Irrtümer infolge fehlerhafter Durchleuchtungstechnik	130
Thoraxwandschatten, die zu diagnostischen Irrtümern Veranlassung geben können	134
Diagnostische Irrtümer bei der Beurteilung der Lungenzeichnung	136
Die Erkrankung der Bronchien	137
Tuberkulöse Erkrankungen der Lungen	138
Pleuraexsudate	148
Pneumonie	155
Lungentumoren	158
Die Erkrankungen des Zwerchfells	160
Die Erkrankungen des Mediastinums	165

(Durch Strichzeichnungen lassen sich die beschriebenen Veränderungen auf den Lungen nur in sehr unvollkommener Weise wiedergeben, ganz besonders wenn es sich darum handelt, feine differentialdiagnostische Unterschiede zu erklären. Deshalb wurde auch von einer Darstellung tuberkulöser Veränderungen vollkommen Abstand genommen. Einige der Abbildungen sind seitenverkehrt wiedergegeben. Da dadurch das Verständnis nicht beeinträchtigt wird, ist von einer Umzeichnung Abstand genommen.)

Die Röntgenstrahlen verschaffen uns einen wertvollen Einblick in das Innere der Brustorgane und enthüllen uns manche krankhaften Veränderungen, die wir ohne sie nicht erkennen können, oder gestatten uns, die auf anderem Wege erhobenen Befunde zu kontrollieren und genauer zu analysieren. Daher kommt es, daß von den Röntgenstrahlen auch bei der Untersuchung der Brustorgane in ausgiebigstem Maße Gebrauch gemacht wird. Soll jedoch nicht diagnostischen Irrtümern zum Schaden unserer Patienten Tür und Tor geöffnet sein, so ist es erforderlich, daß wir uns der Grenzen und Leistungsfähigkeiten dieser Untersuchungsmethode stets bewußt bleiben. Wir müssen immer bedenken, daß uns das Röntgenbild nicht ohne weiteres über die histologische Beschaffenheit der krankhaften Veränderungen, namentlich in den Lungen, wie das Mikroskop etwas aussagt, sondern daß es lediglich ein Schattenbild ist, welches dadurch zustande kommt, daß die verschiedenen Bestandteile des menschlichen Körpers die Röntgenstrahlen in verschiedenem Maße absorbieren und das Bild von in verschiedenen Ebenen liegenden Schattenherdchen auf eine Fläche über- und nebeneinander projizieren. Daher kommt es, daß unter Umständen ganz verschiedenartige anatomische Prozesse genau dasselbe Röntgenbild geben können. Es wird infolgedessen derjenige, der lediglich nach dem Röntgenbild allein seine Diagnose stellen will, viele Fehler machen. Man muß deshalb verlangen, daß, ehe ein Röntgenbild von den Brustorganen angefertigt wird, der Fall klinisch erschöpfend untersucht ist. Nur unter Berücksichtigung des klinischen Bildes wird man imstande sein, durch das Röntgenverfahren die Diagnose fruchtbringend zu fördern. Eine gründliche Ausbildung in der normalen und pathologischen Anatomie und in der inneren Medizin sowie ausreichende Kenntnisse in den einschlägigen anderen Fächern der Medizin, sind deshalb für den Röntgenologen unbedingte Voraussetzung. Daneben muß er über die nötige Kenntnis zur Beurteilung der Bildqualität in bezug auf Exposition, Röhrenhärte, exakte Aufnahmetechnik, Entwicklung usw. verfügen, um die hierdurch möglichen Fehlerquellen ausschließen zu können.

Da es immer unser Bestreben sein muß, die Befunde des Röntgenbildes auf die anatomischen Veränderungen zurückzuführen, so sollen wir keine Zeit und Mühe sparen und so oft uns dazu Gelegenheit sich bietet, die intravital gewonnenen Platten mit dem Befunde bei der Autopsie oder Operation vergleichen. Wir werden daraus einen reichen Gewinn ziehen und ein besseres Verständnis auch für die Beurteilung der Röntgenbefunde erlangen und sie mit kritisch geschärftem Auge betrachten.

Eine jede Untersuchung der Thoraxorgane hat mit einer **Durchleuchtung** zu beginnen. Dieselbe zu unterlassen, ist ein Fehler und kann zu diagnostischen

Irrtümern führen. Nicht nur, daß wir nur bei der Durchleuchtung die Bewegung des Zwerchfells und des Herzens usw. beobachten können, daß wir geringfügige Helligkeitsunterschiede auf dem Leuchtschirm oft besser erkennen können wie auf der Platte, ist die Durchleuchtung auch das einzige Mittel, wenn wir von stereoskopischen Aufnahmen absehen, die regelmäßig auszuführen schon der Unkosten wegen sich verbietet, um uns eine räumliche Analyse des Röntgenbildes des Brustkorbes zu ermöglichen. Nach einer Platte allein können wir nicht beurteilen, ob ein Herd weiter vorn oder weiter hinten liegt, ja wir können sogar durchaus nicht immer sagen, ob Schattenherde durch im Brustinnern oder außerhalb des Brustkorbes liegende Gebilde hervorgerufen sind. Durch Drehen des Patienten vor dem Schirm bei der Durchleuchtung löst sich das Flächenbild räumlich auf. Bekannt ist ferner, daß bei der üblichen sagittalen Durchleuchtung Teile der Lungen und des Mediastinums vom Schatten des Herzens und der Gefäße sowie der Wirbelsäule verdeckt sind. Ebenso verwehrt uns der Leberschatten einen Einblick in die unteren Partien des rechten Lungenfeldes. Krankhafte Prozesse, die in diesen Partien sitzen, können uns vollkommen entgehen, wenn wir uns nur auf eine Platte in einer bestimmten Aufnahmerichtung beschränken. Es ist ferner bekannt, daß kleinere wandständige Prozesse in den der Achselhöhle benachbarten Partien des Lungengewebes bei der gewöhnlichen sagittalen Aufnahme leicht übersehen werden können, und erst nach Emporheben der Arme und eventuell leichtem Drehen des Patienten zur deutlichen Darstellung kommen. Die Feststellung, in welchem Lungenlappen ein Erkrankungsherd liegt, ist überhaupt nur unter Zuhilfenahme der frontalen Durchleuchtung möglich. Es erhellt aus alledem, daß eine einfache Plattenaufnahme in vielen Fällen uns nur einen unvollkommenen Begriff über die krankhaften Veränderungen gibt und zu manchen diagnostischen Irrtümern Veranlassung geben kann, die bei sachgemäßer Durchleuchtung sich vermeiden lassen.

Wollen wir bei der Durchleuchtung alle diagnostischen Möglichkeiten erschöpfen, andererseits die Patienten nicht schädigen, so muß dieselbe sachgemäß ausgeführt werden, was mir durchaus nicht überall der Fall zu sein scheint. Zunächst wird häufig der Fehler begangen, daß der Untersucher sich nicht die nötige Zeit nimmt, um das Auge an die Dunkelheit zu adaptieren. Die dazu erforderliche Zeit ist individuell ziemlich verschieden und ist ferner außerordentlich davon abhängig, welche Lichteindrücke das Auge vorher empfangen hat. Im allgemeinen wird man 5—10 Minuten im Dunkeln sich aufhalten müssen, ehe eine genügende Adaption eingetreten ist. Es ist jedoch auch dann noch nicht das Maximum der Adaption erreicht. Man wird immer erkennen können, daß, wenn man mehrere Patienten nacheinander durchleuchtet, das Erkennungsvermögen mehr und mehr zunimmt, bis nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde das Maximum erreicht sein mag. Man mache es sich daher zur Regel, alle zu untersuchenden Patienten hintereinander zu durchleuchten, beginne dabei mit den einfachen Fällen und spare sich die komplizierteren und schwieriger zu erkennenden bis zum Schlusse auf. Man vermeide peinlich, daß beim Ein- und Austritt von Patienten, helles Tageslicht aus den Nebenzimmern in den Untersuchungsraum fällt. Nicht zu grelle künstliche Beleuchtung stört dagegen die Adaption nur wenig. Es gibt verschiedene kleine Kunstgriffe, um zu erkennen, ob das Auge genügend adaptiert ist. Man kann sich zu diesem Zwecke kleine, etwa erbsengroße Stückchen von Leuchtmarken irgendwo am Stativ festkleben. Wenn man dieselben deut-

lich erkennen kann, kann man mit der Durchleuchtung beginnen. Ebenso kann man natürlich das Leuchtzifferblatt einer Radiumuhr als Indikator verwenden oder, was das allereinfachste ist, man wartet, bis man den Lichtschein des durch feinste Undichtigkeiten der Verdunkelungsvorrichtung dringenden Lichtes wahrnehmen kann. Sehr brauchbar sind zur Adaption die nach Angabe von Trendelenburg von der Firma Zeiß angefertigten Adoptionsbrillen mit roten Gläsern. Da das Fluoreszenzlicht des Leuchtschirmes eine grünliche Farbe hat, so genügt es vollkommen, wenn nur die grün empfindenden Stäbchen der Netzhaut ausgeruht sind, was durch das Vorhalten der roten Scheibe bewirkt wird. Man kann mit diesen Brillen bewaffnet im hellen Raum genügend erkennen, um schreiben und lesen zu können, und kann so die langweilige Adoptionszeit in nutzbringender Weise ausfüllen. Nach Betreten des verdunkelten Durchleuchtungszimmers nimmt man dann die Brille ab und kann sofort mit der Durchleuchtung beginnen.

Ein weiterer Fehler, der bei der Durchleuchtung häufig gemacht wird, ist der, daß mit einem ungeeigneten Röntgenlicht durchleuchtet wird. Ist die Strahlung zu hart, so ist das Bild wenig kontrastreich. Feinere Veränderungen können leicht hinweggeleuchtet werden und auf diese Weise der Wahrnehmung entgehen. Ist die Strahlung zu weich, so ist sie zu wenig durchdringend und wir können ebenfalls nichts erkennen oder müssen die Röhrenstromstärke so erhöhen, daß dann, zumal das Röhrenlicht einen außerordentlich starken Anteil an weichen Strahlungen hat, die Haut des Kranken außerordentlich gefährdet ist. Die erforderliche Röhrenstromstärke und Intensität für Thoraxdurchleuchtungen variiert ja natürlich nach der Dicke des Patienten, der Durchleuchtungsrichtung und der Dichtigkeit der krankhaften Veränderungen. Man wird jedoch wohl stets mit einer Röhrenstromstärke von 2—4 Milliamp. und einer Spannung auskommen, die einer Funkenstrecke von etwa 8—11 cm entspricht. Man mache es zur Regel, namentlich, wenn es sich um feine Veränderungen auf der Lunge handelt, mit der geringsten Stromstärke und Spannung zu arbeiten, die ein Erkennen der Veränderungen ermöglicht. Durch Verändern beider Faktoren während der Durchleuchtung wird man leicht die für den betreffenden Fall geeignete Strahlenqualität finden. Weiterhin ist es erforderlich, daß die Durchleuchtungen mit einer scharf zeichnenden Röhre vorgenommen werden. Bei Verwendung einer unscharfen Röhre kann man die Feinheiten der Lungenzeichnung sowie ganz feine Herdchen übersehen. Verwendet man dazu das Müller-Elektronenrohr, welches von allen Elektronenröhren meines Erachtens bei weitem die schärfste Zeichnung liefert, so muß man beachten, daß bei diesen Röhren infolge der geneigten Stellung des Antikathodenspiegels die Helligkeit des Lichtes nach oben abnimmt, und darf nicht den Fehler machen, dieses als eine krankhafte Beschattung aufzufassen. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß man nach kurzer Betrachtung des Brustkorbes mit offener Blende und Vergleich der beiden Seiten in bezug auf Helligkeit dann mit enger oder engster Blende sich die einzelnen Partien, die besonders interessieren, ansehen soll. Da auf diese Weise eine große Anzahl der das Bild verwaschenden Sekundärstrahlen ausgeschaltet werden, wird man ein viel klareres Bild dieser Partien erhalten und gar manches erkennen, was einem bei offener Blende entgeht. Die Verwendung der Buckyschen Wabenblende kommt bei Untersuchung der Brustorgane nicht in Frage.

Nun hört man zuweilen die Ansicht, die Durchleuchtung sei für den Patienten oder auch für den Arzt, der sie öfters ausführt, gefährlich und habe deshalb besser zu unterbleiben. Es sei hier offen und bestimmt ausgesprochen, daß eine Schädigung des Patienten, insonderheit eine Hautschädigung, bei sachgemäßer Durchleuchtung niemals vorkommt. Wenn bei einer Durchleuchtung eine Hautverbrennung eintritt, so ist es einzig und allein Schuld des Röntgenuntersuchers und er hat die volle Verantwortung dafür zu tragen und kein Gutachter wird ihn bei einem Schadensersatzprozeß entschuldigen können. Es handelt sich in solchen Fällen fast stets um Ärzte, die keine Röntgenfachausbildung haben und die denken, man brauche sich nur von der Schwester die Röhre einstellen zu lassen und einmal auf den Leuchtschirm zu sehen, um eine Diagnose stellen zu können. Die Röhre wird eingeschaltet, sie sehen nichts, weil sie sich nicht genügend an die Dunkelheit adaptiert haben und weil die Röhre auch viel zu weich ist. Es wird mehr und immer mehr Röntgenlicht befohlen, bis schließlich bei hoher Belastung ein Bild auf dem Leuchtschirm erscheint. Zum Unglück für solche Pfuscher sind unsere modernen Röntgenröhren ja außerordentlich leistungsfähig und halten schon recht erhebliche Stromstärken ziemlich lange Zeit aus. Da solche Untersucher ferner nicht die nötige Übung haben, pathologische Veränderungen schnell zu erkennen, wird die Durchleuchtung oft lange ausgedehnt, außerdem gewöhnlich dann der Patient nicht vor dem Schirm gedreht, so daß während der ganzen Durchleuchtung die Strahlen immer auf dieselbe Stelle einfallen. Wenn der betreffende Untersucher dann schließlich mehr oder weniger befriedigt das Röntgenlicht ausschalten läßt, ist das Unglück geschehen. Wenige Stunden nach der Durchleuchtung tritt auf der Haut des Kranken eine Rötung auf, die bald wieder verschwindet. Nach etwa 8—14 Tagen rötet sich die Haut von neuem, fängt an zu jucken, es bilden sich Blasen, die platzen, eintrocknen und sich nur langsam wieder überhäuten. Gewöhnlich aber im Zentrum dieser Partie zerfällt das Gewebe und es bildet sich ein tiefgreifendes Ulkus ohne irgendwelche Heilungstendenz aus, welches dem Patienten unsagbare Schmerzen und sehr langes Krankenlager bereitet. Diese Schilderung ist nicht übertrieben, sondern stellt wahrheitsgemäße, in Entschädigungsakten niedergelegte Vorkommnisse dar.

Bei der Wichtigkeit dieser Frage ist es zweckmäßig, hier einige Richtlinien zusammenzustellen, die bei der Durchleuchtung zu befolgen sind, um Fehler und Schädigungen zu vermeiden.

1. Es durchleuchte keiner, der keine ausreichende röntgenologische Ausbildung hat. Diese Forderung ist eigentlich selbstverständlich, aber es wird leider recht oft dagegen gesündigt, sehr zum Schaden des Kranken, denn es drohen ihm Gefahren, und die diagnostischen Ergebnisse werden recht dürftig und oft falsch sein.

2. Man frage jeden Kranken vor der Untersuchung, ob er bereits von anderer Seite einmal durchleuchtet worden ist. Ist eine Durchleuchtung von anderer Seite in den letzten 2—3 Wochen vorgenommen, so lehne man die Untersuchung ab. Liegt die Durchleuchtung längere Zeit zurück, so untersuche man die Haut des Patienten. Zeigen sich an derselben keine Veränderungen, so kann man eine neue Durchleuchtung vornehmen. Es kann der Fall eintreten, daß bei der vorhergehenden, von anderer Seite ausgeführten Durchleuchtung eine zu große Strahlenmenge verabfolgt worden

ist, die Reaktion sich aber noch im Latenzstadium befindet, oder daß die Haut schon ziemlich bis an die erlaubte Grenze belastet war und nun durch die selbst bei einer kurzen Durchleuchtung hinzukommende Strahlenmenge die Toleranzdosis überschritten wird und nun eine Röntgenschädigung die Folge ist. Hat der an zweiter Stelle untersuchende Arzt sich nicht danach erkundigt, ob vorher schon Röntgenuntersuchungen vorgenommen sind, und es tritt nun selbst nach ganz kurzer Durchleuchtung eine Schädigung ein, so wird er dafür haftbar gemacht werden können.

3. Man frage den Patienten immer, ob er vor kurzem eine Jod-, Brom- oder Salvarsankur durchgemacht hat oder zur Zeit durchmacht. Es hat sich herausgestellt, daß die Haut während, sowie längere Zeit nach der Kur erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Röntgenstrahlen aufweist, so daß Röntgenlichtmengen, die sonst ohne weiteres von der Haut vertragen werden, eine unter Umständen schwere Hautschädigung hervorrufen können. Man muß also in diesen Fällen besonders vorsichtig sein.

4. Man durchleuchte niemals ohne ein Aluminiumfilter von 0,5—1 mm Dicke. Ein derartiges Filter beeinträchtigt das Durchleuchtungsbild in keiner Weise, es fängt aber die weichsten, für die Haut sehr gefährlichen, für das Zustandekommen des Röntgenbildes aber bedeutungslosen Strahlen ab. Nach den Richtlinien der Deutschen Röntgengesellschaft wird die Durchleuchtung ohne Filter als Kunstfehler betrachtet.

5. Das Durchleuchtungsstativ sei möglichst so beschaffen, daß ein gewisser minimaler Röhrenabstand zwangsläufig eingehalten wird. Der Fokus-Schirmabstand betrage mindestens 60 cm.

6. Das Milliamperemeter soll während der Durchleuchtung kontrolliert werden, um ein eventuelles Weicherwerden der Röhre rechtzeitig zu bemerken. Die Kontrolle kann sehr einfach von der bedienenden Schwester ausgeführt werden, wenn sich das Milliamperemeter im Innern eines allseitig lichtdicht geschlossenen Schutzhauses befindet. In anderen Fällen kann man die Skala des Instrumentes durch eine geeignete, die Adaption nicht störende schwache Beleuchtung sichtbar machen. Die Schwester hat die Durchleuchtungszeit zu kontrollieren und bei Überschreiten der erlaubten Zeit ein Signal zu geben (eine auf bestimmte Zeit einzustellende Weckuhr tut natürlich denselben Dienst).

Was die Schädigung des Arztes bei häufiger Ausführung von Durchleuchtungen betrifft, so ist darüber zu sagen, daß wir uns heute wohl vor solchen Schädigungen, namentlich vor der so furchtbaren chronischen Röntgendermatitis mit ihren Folgeerscheinungen schützen können, so daß derjenige, der sich heute noch eine derartige Schädigung zuzieht, dies nur seiner eigenen Unvorsichtigkeit und Sorglosigkeit zu danken hat. Wer sich immer mit Schutzhandschuhen und Schutzschürze bewaffnet, wer einen großen mit Bleiglas hinterlegten Durchleuchtungsschirm benutzt und immer nur mit so weit offener Blende arbeitet, daß alle direkten Röntgenstrahlen, die aus dem Röhrenkasten herauskommen, erst den Patienten und dann noch das Bleiglas des Leuchtschirmes durchdringen müssen, der wird getrost täglich stundenlang durchleuchten können, ohne Röntgenschädigungen befürchten zu müssen.

Thoraxwandschatten, die zu diagnostischen Irrtümern Veranlassung geben können.

Die Rippenschatten beschränken sich auf den knöchernen Teil, während der Rippenknorpel normalerweise nicht sichtbar ist. Lagert sich jedoch Kalk im Rippenknorpel ab, so wird auch dieser Teil sichtbar. Zunächst zeigen sich an der Knochenknorpelgrenze feine ovale Schattenringe. Im weiteren Verlaufe lagern sich die Kalksalze zunächst am oberen und unteren Rippenknorpelrand ab und bilden hier feine Säume. Bei fortgeschrittener Ossifikation können die knorpeligen Anteile der Rippen in ganzer Ausdehnung zu sehen sein. Da die Verkalkungen nicht den ganzen Knorpel gleichmäßig durchsetzen, so entstehen unregelmäßige, zerfressene Schattenbildungen. Solche Rippenknorpelverkalkungen, namentlich auf nicht ganz scharfen Platten, werden gar nicht so selten mit intrapulmonalen Verdichtungen verwechselt. Besonders auf Lungenspitzenaufnahmen, die in Rückenlage angefertigt sind, werden die Kalkablagerungen im Knorpel der 1. Rippe, da diese plattenfern, oft nur weniger scharf abgebildet und können dann für tuberkulöse Herde in den Lungen gehalten werden. Bei kleinen Kindern mit rachitischem Rosenkranz verschatten die klobig aufgetriebenen Enden der knöchernen Rippen die in diesem Alter ohnehin schon sehr schmalen Interkostalräume. Ich habe selber erlebt, daß hierdurch eine Verwechslung mit pulmonalen Herden hervorgerufen und der Kliniker darin erfreut eine Bestätigung seiner klinisch angenommenen Diagnose Lungentuberkulose erblickte. An den Kreuzungsstellen der vorderen und hinteren Rippen ist die Summation der Schatten oft außerordentlich tief, mehr als doppelt so tief, wie dem Schatten einer einzelnen Rippe entspricht. Auch hierdurch können namentlich bei Kindern und auf nicht ganz scharfen Platten Irrtümer hervorgerufen werden.

Auch die Schulterblätter beeinträchtigen zuweilen die Helligkeit des Lungengewebes. Durch Anheben der Arme entfernt man sie aus dem Gesichtsfeld und schützt sich dadurch vor Irrtümern. Bei weiblichen Personen verdunkeln die Mammæ oft den unteren Teil des Lungensfeldes und können zu Verwechslungen mit Lungen- und Pleuraschatten Veranlassung geben. Namentlich bei Aufnahmen im 1. oder 2. schrägen Durchmesser wird die an die Platte angepreßte Mamma oft als scharf begrenzter, sehr intensiver Schatten in das Lungengewebe hineinprojiziert und kann zu Verwechslungen mit abgesacktem Exsudat Veranlassung geben. Bei ventrodorsaler Durchleuchtung in den schrägen Durchmessern kann die Mamma als dichter, homogener, spindelförmiger Schatten neben der Wirbelsäule erscheinen und einen Senkungsabszeß oder ein spindelförmiges Aneurysma der Aorta descendens vortäuschen. Ein Griff hinter den Leuchtschirm und Emporheben der Mamma schützen uns vor diagnostischen Irrtümern. Die Mamillen zeichnen sich manchmal so scharf ab, daß man sie mit Kalkherdchen verwechseln kann.

Bei kräftigen Männern sieht man zuweilen in den mittleren Partien des Lungensfeldes einen schräg von innen nach außen ansteigenden Schatten, der unten scharf begrenzt ist. Er wird durch den *Musculus pectoralis* hervorgerufen. Bei ungleicher Entwicklung der Muskulatur kann derselbe auf einer Seite deutlicher sein wie auf der anderen oder überhaupt nur einseitig in Erscheinung

treten. Er ist nur bei dorsoventraler Strahlenrichtung zu sehen. Dadurch und durch die palpatorische Verschieblichkeit kann man ihn leicht von Schwarten- oder Exsudatschatten (namentlich interlobären) unterscheiden.

Hautgeschwülste, pendelnde Fibrome, Lipome, Warzen können, wenn sie der Platte oder dem Leuchtschirm anliegen, ebenfalls scharf umschriebene Schatten liefern. Desgleichen können Reste von schattengebenden Injektionen, namentlich Jod und Quecksilber, Täuschungen hervorrufen. Bei Geschoßsplittern oder sonstigen schattengebenden Fremdkörpern ist zu entscheiden, ob dieselben in der Haut, in der Muskulatur, im Interkostalraum oder in der Lunge selber liegen. Nach der Platte allein ist diese Entscheidung meist nicht möglich. Außerhalb der knöchernen Brustwand liegende Fremdkörper werden beim Drehen des Patienten vor dem Schirm bei irgendeiner Durchleuchtungsrichtung außerhalb der Rippenbogen projiziert werden. Liegt der betreffende Fremdkörper in der Haut, so wird er beim Verschieben derselben gleichsinnige Bewegungen ausführen. Ein in der Muskulatur befindlicher Fremdkörper wird durch Bewegungen des Muskels in seiner Lage beeinflusst. Ein im Interkostalraum liegender Fremdkörper verändert beim Atmen seine Lage zu den Rippen nicht. Ein in der Lunge sitzender Fremdkörper verändert je nach seinem Sitz seine Lage zu den Rippen in mehr oder weniger hohem Grade bei der Atmung. Außerdem wird es bei keiner Strahlenrichtung gelingen, ihn außerhalb des Lungenfeldes zu projizieren.



Abb. 1. Schatten der Musc. pectoralis. Die parallel mit dem oberen Rande des Schlüsselbeines verlaufende Linie wird hervorgerufen durch die Haut oberhalb des Schlüsselbeines.

Sitzt der Kranke nicht gerade vor der Platte, so wird die nicht fest anliegende Seite im ganzen diffus verschleiert erscheinen, ein Befund, der den Unkundigen leicht zu diagnostischen Irrtümern veranlassen kann. Man kann diese fehlerhafte Haltung an der asymmetrischen Lage der Sternoklavikulargelenke, oft auch durch unschärfere Rippenzeichnung auf der nicht fest anliegenden Seite erkennen.

Eine Halsrippe wird zuweilen übersehen und die dadurch bedingte Verdunkelung des Spitzenfeldes für tuberkulöse Veränderungen gehalten.

Auf brustanliegenden Bildern sehen wir häufig eine parallel mit dem oberen Rande des Schlüsselbeins verlaufende, sich scharf markierende Linie, die der Haut oberhalb des Schlüsselbeins entspricht (vgl. Abb. 1).

Mannigfache Täuschungen sind auch bei der Beurteilung der Blendenaufnahmen der Lungenspitzen möglich. Drüsen in der Oberschlüsselbein-grube können das Spitzenfeld beschatten. Namentlich Kalkablagerungen in solchen werden nicht selten mit verkalkten tuberkulösen Spitzenherden verwechselt. Ein schmaler, parallel der unteren Kante der zweiten Rippe verlau-

fender Saum ist nicht pathologisch. Er ist durch den Schatten der Weichteilbedeckung der Spitzen bedingt, die auch bei ganz gesunden Personen verschieden tief stehen können (Abb. 2). Nur wenn derselbe nicht scharfrandig, sondern unregelmäßig und leicht eingekerbt ist, darf er auf eine Spitzenpleuritis bezogen werden.

Im linken Spitzenfeld sehen wir häufig einen homogenen Schatten, der dicht neben der Wirbelsäule emporsteigt, etwa im dritten Interkostalraum bogenförmig nach außen umbiegt und sich dann allmählich verliert. Dieser Schatten ist durch die Arteria subclavia hervorgerufen (Abb. 2). Namentlich bei rechtskonvexer Skoliose tritt dieser Subklaviaschatten besonders deutlich und breit hervor und kann eine ausgedehnte Trübung des Spitzenfeldes hervorrufen. Außerdem sind die medianen Partien des Spitzenfeldes gewöhnlich durch Muskelschatten, die seitlichen durch das Schulterblatt leicht verschleiert, was irrtümlicherweise für eine Erkrankung der Lunge gehalten werden kann.

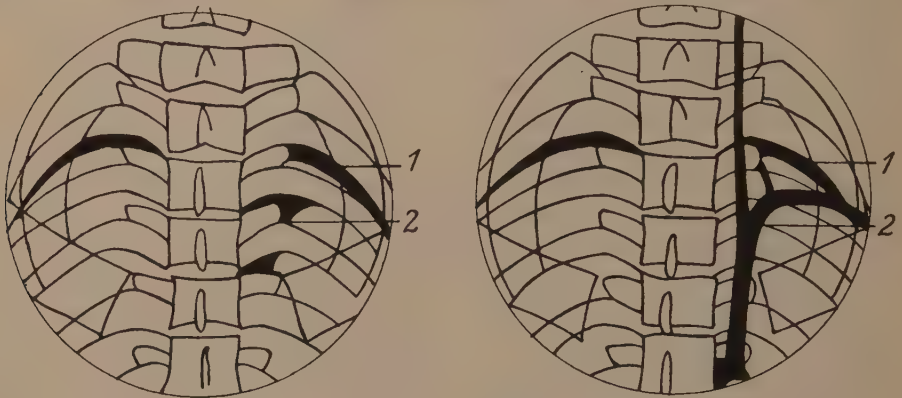


Abb. 2. Pause eines autoptisch kontrollierten normalen Spitzenfeldes (nach Aßmann). Rechts derselbe Fall nach Injektion der Arteria subclavia mit Wismutaufschwellung.
1) Schatten der oberen Lungengrenze. 2) Linker Subklaviaschatten.

Diagnostische Irrtümer bei der Beurteilung der Lungenzeichnung.

Die beiden hellen Lungenfelder weisen eine Zeichnung auf, die unter dem Namen Lungenzeichnung bekannt ist. Es ist hier nicht der Ort, auf die alte Streitfrage nach dem anatomischen Substrat der Lungenzeichnung einzugehen, es sei nur erwähnt, daß heute bei den meisten Autoren darüber Einstimmigkeit besteht, daß die Lungenzeichnung durch den Schatten der Lungengefäße hervorgerufen ist. Das Maß der Sichtbarkeit der Lungenzeichnung hängt nun von manchen Faktoren ab, woraus sich diagnostische Irrtümer ergeben können. Auf tadellosen, mit scharf zeichnender Röhre und weichem Röhrenlicht in absolutem Atemstillstand aufgenommenen Platten ist die Lungenzeichnung nicht nur neben dem Herzen bis zum Zwerchfell und nach oben zu durch das infraklavikuläre Dreieck bis in die Spitzen zu sehen, sondern sie ist auch seitlich bis nahe an die seitliche Brustwand zu verfolgen. War die Röhre zu hart, so ist die Lungenzeichnung größtenteils weggeleuchtet, während sie auf weichen

Platten besonders deutlich hervortritt. Es ist also große Kritik beim Vergleich von zwei zu verschiedenen Zeiten aufgenommenen Platten erforderlich. Auch der Luftgehalt der Lungen spielt eine wesentliche Rolle. Beim Emphysem oder im Inspirium hebt sich die Lungenzeichnung viel deutlicher ab als im Expirium. Bei dünnen Leuten mit fehlendem Fettpolster und trockener Haut ist sie sehr deutlich, während wir bei reichlichem, schwammigem Fettpolster meist ein verwaschenes Bild mit undeutlicher Lungenzeichnung erblicken. Überfüllung der Blutgefäße, wie wir sie bei Stauung im kleinen Kreislauf finden, verstärkt die Hilus- und Lungenzeichnung. Fallen solche Gefäße in die Richtung des Röntgenstrahles, so kommt es durch Schattensummutation zur Entstehung von kreisrunden Flecken, mit denen dann die verstärkte Lungenzeichnung besetzt ist. Wir haben dann einen erheblich verbreiterten Hilusschatten und nach allen Seiten ausstrahlend eine besonders kräftig ausgebreitete, an vielen Stellen mit kleinen Knötchen besetzte Hiluszeichnung, ein Bild, welches zuweilen mit einer fibrös-nodösen Tuberkulose verwechselt wird. Der Nachweis von Veränderungen am Herzen sowie die häufig bei enger Einblendung sowie beim Abgehen mit dem Leuchtschirm vom Patienten zu erkennende Pulsation der Hilusschatten kann uns vor diagnostischen Irrtümern bewahren.

Daß die Hilusschatten bei alten Leuten infolge Bronchialwandverknorpelung, Staubablagerung in den Drüsen, namentlich wenn durch Emphysem der Kontrast vermehrt ist, besonders intensiv zu sein pflegen, soll nicht unerwähnt bleiben. In Hilusnähe sehen wir zuweilen ringförmige Schatten mit einem helleren Zentrum, die durch orthoröntgenograde Bronchien hervorgerufen sind und nicht mit kleinen Kavernen verwechselt werden dürfen.

Die Erkrankung der Bronchien.

Wie bereits erwähnt, beteiligen sich die Bronchien bei der Bildung der normalen Lungenzeichnung nicht. Dagegen können sie unter pathologischen Verhältnissen als schattengebendes Substrat auftreten, wenn z. B. durch häufig rezidivierende Katarrhe die Bronchialwand bindegewebig verdickt ist oder wenn in den Bronchien sich Sekret staut. Häufig tritt in solchen Fällen eine Peribronchitis hinzu, die zu einer Entzündung der Lymphgefäße und schließlich zu einer Obliteration und Bindegewebsbildung führen kann. Da die Bronchien mit ihren peribronchialen Lymphgefäßen zusammen mit den Lungengefäßen verlaufen, wird eine Verstärkung der normalen Lungenzeichnung erfolgen. Die einzelnen Schattenstreifen, besonders pflegt der Unterlappen betroffen zu sein, werden breiter und plumper. Während die normalen Gefäßstreifen sich peripherwärts allmählich verzweigen und stark verzweigen, ist die Teilung der Bronchien nicht so ausgedehnt und behalten die Schattenstreifen bis zur nächsten Teilung die gleiche Weite. Infolge des chronischen Entzündungsprozesses werden die regionären Lymphdrüsen anschwellen und können oft mächtige Pakete bilden, wie wir es besonders beim Asthma sehen. Diese Veränderungen dürfen nicht mit einer Tuberkulose verwechselt werden. Wir finden übrigens bei Tuberkulose der Oberlappen gar nicht selten derartige Veränderungen in den Unterlappen, die nicht durch den tuberkulösen Prozeß, sondern durch unspezifische Katarrhe bedingt sind. Besondere Vorsicht ist bei Deutung der Röntgenbilder nötig, wenn eine Grippe mit pneumonischen Kom-

plikationen vorangegangen ist. Hier bleiben oft noch sehr lange derbe, vom Hilus aus strangartig sich verzweigende Schatten zurück.

Bei Bronchiektasien kann das Röntgenbild zuweilen vollkommen negativ sein. Es wäre also ein Fehler, aus dem Fehlen von manifesten Veränderungen im Röntgenbild Bronchiektasien ausschließen zu wollen. Meist sehen wir bei unkomplizierten zylindrischen Bronchiektasien dieselbe plumpe, verstärkte, vom Hilus sich vorwiegend nach unten ausbreitende Verzweigung wie bei der chronischen Bronchitis. Sind die Bronchien leer, so erkennen wir zuweilen parallel verlaufende Schattenbänder, welche ein helles Lumen einschließen. Bei sackförmigen Bronchiektasien sehen wir in gefülltem Zustande neben der plumpen Lungenzeichnung rundliche, dichte Flecken, in geleertem Zustande ringförmige, eine Aufhellung einschließende Schattenbildungen. Bei dicht nebeneinanderliegenden bronchiektatischen Hohlräumen kann das Lungengewebe vollkommen schwinden, so daß diese nur noch durch dünne, bindegewebige Septen voneinander getrennt sind. Die betroffenen Partien weisen dann eine wabenartige Struktur auf. Den Unterschied im Aussehen der Bronchiektasien in gefülltem und leerem Zustande können wir uns diagnostisch zunutze machen, indem wir einmal nach Unterdrückung der Expektoration durch Narkotika, ein zweites Mal nach kräftiger Entleerung durch Expektorantien untersuchen. Im übrigen ist das Bild der Bronchiektasien in hohem Maße beeinflusst durch die Weite der Bronchien, die Dicke der Wandung sowie durch reaktive chronische Indurationen im umgebenden Lungengewebe. So sehen wir nicht selten eine dichte, durch mehr oder minder große, herdförmige Schatten bedingte Fleckelung, die mit Tuberkulose verwechselt werden kann. Bei der Tuberkulose des Erwachsenen sind jedoch die Veränderungen im allgemeinen am stärksten in den oberen Partien und nehmen nach unten zu an Intensität ab. Bei Bronchiektasien betreffen die Veränderungen vorwiegend die unteren Partien. Grippebronchopneumonien können zuweilen ein den Bronchiektasien sehr ähnliches Bild hervorrufen. Durch Hinzutreten von Schwarten wird das Bild der Bronchiektasien weiter verändert und kompliziert. Letztere können bei großer Ausdehnung das Bild vollkommen verdecken. Schließlich kommen auch größere isolierte bronchiektatische Kavernen vor. Sie geben ein dem Lungenabszeß oder der Gangrän analoges Bild. Der Hauptwert der Röntgenuntersuchung bei Bronchiektasien beruht in dem Nachweis der Form und Ausdehnung derselben, namentlich um die Entscheidung zu treffen, ob es sich um diffuse, über beide Lappen zerstreute Bronchiektasien oder um auf einen Lappen beschränkte Veränderungen oder gar um eine isolierte bronchiektatische Kaverne handelt, Verhältnisse, die namentlich im Hinblick auf eine etwa geplante operative Behandlung von ausschlaggebender Bedeutung sein können.

Tuberkulöse Erkrankungen der Lunge.

Bei der außerordentlich großen Ausbreitung der Tuberkulose ist es naturgemäß, daß die Fälle, in denen es zu entscheiden gilt, ob eine Lungentuberkulose vorliegt oder nicht, in dem täglichen Untersuchungsmaterial des Röntgenologen die Hauptrolle spielen. Während die Diagnose einer ausgebreiteten Tuberkulose meist keine großen Schwierigkeiten bereitet, kann die sichere Entscheidung, ob eine beginnende Tuberkulose vorliegt oder nicht,

häufig außerordentlich schwierig sein und nur unter gewissenhafter Anwendung aller klinischen Hilfsmittel gefällt werden. Das Röntgenbild spielt dabei eine sehr wichtige Rolle. Aber gerade hierbei werden sehr viele diagnostische Irrtümer begangen, indem vorhandene Schattenbildungen fälschlich als tuberkulös gedeutet werden oder indem durch nicht ausreichende Untersuchungstechnik eine vorhandene beginnende Tuberkulose übersehen wird.

Um die röntgenologischen Bilder der Lungentuberkulose zu verstehen, müssen wir uns kurz den Entstehungsmodus der Lungentuberkulose vergegenwärtigen. Nach den heute geltenden Anschauungen nimmt man an, daß die Erstinfektion im Kindesalter erfolgt. In irgendeinem Lappen, besonders oft auf dem oberen Teile des Unterlappens, entwickelt sich meist subpleural ein kleiner lobulär-exsudativer Herd, welcher in Verkäsung überzugehen pflegt. Von ihm aus erkranken die Lymphbahnen, die nach dem Hilus ziehen, und die dazugehörigen Lymphknoten der Lungenwurzel, welche ebenfalls verkäsen. Dieser Primärkomplex zeigt in der Regel große Neigung zur Ausheilung. Der Primärherd wird abgekapselt, der verkäste Herd verkalkt. Auch in den Lymphknoten kommt es zu fibröser Abkapselung und Verkalkung. Wir finden dann als Zeichen des ausgeheilten Primärkomplexes im gut durchleuchteten Lungengewebe einen etwa erbsengroßen, scharf umschriebenen, sehr intensiven Schattenherd und in der dazugehörigen Stelle der Lungenwurzel dichte, meist scharf umschriebene, oft unregelmäßig begrenzte Schattenbildungen mit eingesprenkelten intensiveren Kalkherdchen. Es können zuweilen auch mehrere solche Primärherde gefunden werden. Es darf allerdings nicht jeder im sonst gut durchleuchteten Lungengewebe liegende Kalkherd als Primäraffekt angesprochen werden. Nicht immer allerdings erfolgt die Ausheilung des Primärkomplexes, sondern es können sich sofort Sekundärerkrankungen anschließen. Die Infektion schreitet im Gebiete der Hilus- und Bifurkationsdrüsen weiter, die verkästen Drüsen können die bindegewebige Kapsel durchbrechen, auf die Wand der Gefäße oder Bronchien übergreifen, in diese einbrechen und so zum käsigen Infarkt, zur Miliartuberkulose oder einer lobär oder lobulär-käsigen Tuberkulose führen. Selbstverständlich kann auch von dem Primärherd selber ein Fortschreiten auf die Umgebung per continuitatem oder auf bronchogenem Wege erfolgen.

Ist somit die Tuberkulose im Kindesalter charakterisiert durch die starke Mitbeteiligung der Lymphdrüsen und Lymphbahnen, so ist dies bei der Tuberkulose der Erwachsenen keineswegs der Fall. Selbst wenn wir beim Erwachsenen bei einer ausgeprägten Tuberkulose die eben beschriebenen Erscheinungen des Primärherdes auf der Platte sehen, so haben sie doch nicht ohne Weiteres unmittelbare anatomische Beziehung zu den Veränderungen der späteren Phthise. Die Infektion beim Erwachsenen nimmt ihren Ausgangspunkt fast ausschließlich von einem Herd in der Spitze oder in den direkt unterhalb der Spitze gelegenen Lungenpartien und schreitet von hier aus kaudalwärts fort. Deshalb kommt auch beim Erwachsenen bei der Röntgenuntersuchung auf beginnende Lungentuberkulose den Spitzenpartien eine ausschlaggebende Bedeutung zu.

Ein sehr häufig zu beobachtender diagnostischer Fehler ist es nun, daß beim Erwachsenen mehr oder weniger verdichtete Lymphknoten an

den Lungenwurzeln oder auch nur eine verstärkte Hiluszeichnung, von der aus sich vielleicht eine verstärkte Lungenzeichnung in die Lungenfelder hinein erstreckt, besonders nach den Unterlappen zu, als Zeichen einer Tuberkulose angesprochen werden. Dieser Befund hat beim Erwachsenen, wenn er nicht mit deutlich nachweisbaren Herdschatten im Lungengewebe verbunden ist, für den Nachweis einer Tuberkulose gar keine Bedeutung. Er kann unter Umständen der Ausdruck eines in der Kindheit überstandenen Primärkomplexes sein, beweist dann aber gar nichts dafür, daß sich die Erkrankung jetzt noch in einem aktiven und der Behandlung bedürftigen Zustande befindet. In vielen Fällen hat dieser Befund überhaupt nichts mit Tuberkulose zu tun. Wir wissen, daß die Lungenwurzeldrüsen bei jeder entzündlichen Erkrankung im Bereiche des Quellgebietes dieser Drüsen anschwellen können, daß verstärkte Lungenzeichnung ein Ausdruck für Stauung im kleinen Kreislauf oder für chronisch entzündliche Veränderungen der Bronchien und des peribronchitischen Gewebes sein kann. Schließlich können auch alle möglichen anderen pathologischen Momente für die Erkrankung der Drüsen in Frage kommen, wie Leukämie, Pseudoleukämie, Aktinomykose, Hodgkin, Sarkomatose, Infektionskrankheiten usw. Auch ein kleines beginnendes Bronchialkarzinom kann mit einer Hilusdrüsenkrankung verwechselt werden. Auf der linken Seite kann eine den Winkel zwischen Aorta und linkem Ventrikel ausfüllende, gegen das Lungengewebe sich bogenförmig absetzende Drüsenschwellung mit einer Erweiterung des Pulmonal- resp. Vorhofbogens verwechselt werden. Die genaue Beobachtung der Pulsationserscheinungen wird meist vor Irrtümern bewahren. Bei stärkerer Vergrößerung des rechten tracheobronchialen Drüsenpaketes, das den Mittelschatten spindelförmig vorbuchtet, ist auch an einen beginnenden Mediastinaltumor zu denken, allerdings wird letzterer den Mittelschatten wohl meist nach beiden Seiten vorbuchten. Auch eine vergrößerte Thymusdrüse muß in ganz seltenen Fällen differentialdiagnostisch in Betracht gezogen werden. Wenn man sich immer daran erinnert, daß beim Erwachsenen eine Bronchialdrüsentuberkulose eine Seltenheit ist, so wird man manchen diagnostischen Irrtum vermeiden. Aber auch bei Kindern sei man mit dieser Diagnose nicht zu freigebig, wie das sehr häufig geschieht. Auch hier muß zunächst einmal der Beweis erbracht werden, daß tatsächlich eine Erkrankung der Drüsen vorliegt und es sich nicht nur um eine etwas verstärkte Hiluszeichnung handelt. Wir müssen wirklich umschriebene Drüsenschatten erkennen können, aber auch dann ist es durchaus noch nicht immer gesagt, daß es sich tatsächlich um eine Tuberkulose der Drüsen handelt, und es kommen dabei alle die eben erwähnten diagnostischen Erwägungen in Betracht. Die Diagnose der Bronchialdrüsentuberkulose ist nur möglich unter eingehender kritischer Würdigung des gesamten klinischen Befundes, des Ausfalls der Tuberkulinreaktion und des Röntgenbildes. Auf der anderen Seite muß darauf hingewiesen werden, daß durchaus nicht alle vergrößerten Drüsen auf dem Röntgenbild zu sehen sind. Die häufig erkrankten Bifurkationsdrüsen sind bei sagittaler Durchleuchtung durch den Herzschatten verdeckt und infolgedessen nicht zu sehen. Bei frontaler Durchleuchtung sind sie bei ausreichender Mächtigkeit oder wenn sie Kalkeinlagerungen enthalten zu erkennen. Jedoch muß man berücksichtigen, daß wir an der Stelle schon normalerweise ein ziemliches, durch die Stämme der Lungengefäße bedingtes

Schattengewirr haben. Auch die paratrachealen Drüsen müssen erst eine gewisse Größe erreicht haben, ehe sie den normalen Mediastinalschatten überragen und sichtbar werden. Bei jungen Kindern sind auch die Hilusdrüsen zum Teil noch durch den in diesem Alter relativ großen Herzschaten überdeckt. Da hier gleichzeitig die Rippen sehr nahe stehen, die Interkostalräume also außerordentlich schmal sind und nur wenig hell durchleuchtetes Lungengewebe erkennen lassen, so sind die Bronchialdrüsenvergrößerungen im frühesten Kindesalter oft überhaupt nicht oder nur sehr schwer nachzuweisen. Ein negativer Befund schließt also unter diesen Umständen das Vorhandensein einer Drüsentuberkulose nicht ohne weiteres aus. Der Schatten des Manubrium sterni überragt bei Kindern zuweilen den Mittelschatten beiderseits oder, wenn die Kinder nicht gerade vor der Platte gesessen haben, nur auf einer Seite und kann dann leicht mit einer mediastinalen Drüenschwellung verwechselt werden.

Im Gegensatz zur Lungentuberkulose im Kindesalter muß man bei der beginnenden Tuberkulose des Erwachsenen sein Hauptaugenmerk auf die Spitzenpartien richten. Hierbei genügt nun die Durchleuchtung allein nicht. Wenn man auch bei guter Adaption, scharfer Einblendung und Verwendung geeigneter Strahlenqualität in vielen Fällen schon bei der Durchleuchtung die Erkrankung der Spitzen erkennen kann, so bleibt doch noch eine ganze Reihe von Fällen übrig, in denen die Durchleuchtung einen sehr zweifelhaften oder völlig negativen Befund ergab, während die Blendenaufnahme der Lungenspitzen deutlich kleine Herdschatten zeigt. So sehr man in der heutigen Zeit darauf bedacht sein muß, Platten zu sparen, so muß es doch unbedingt ausgesprochen werden, daß eine Untersuchung auf beginnende Lungentuberkulose ausschließlich auf Grund der Durchleuchtung unvollkommen ist und zu diagnostischen Irrtümern führen kann. Eine einwandfreie mit richtiger Röhrenhärte aufgenommene und richtig exponierte, scharfe Blendenaufnahme der Lungenspitzen ist nicht zu entbehren. Auf eine Übersichtsaufnahme des Brustkorbes kann man, wenn eine sorgfältige Durchleuchtung vorangegangen ist, oft verzichten. Den eindeutigen Befund bei einer Lungenspitzenaufnahme liefern vereinzelt oder gruppenweise stehende, meist ungleich große Herdschatten von verschiedener Dichtigkeit. In frischeren Fällen sind dieselben meist weniger scharf begrenzt, das ganze Spitzenfeld infolge mangelhafter Durchlüftung oder unspezifischer Infiltration um die Tuberkel herum getrübt. Besonders intensive und scharf begrenzte Herdchen, die sich gegen das gut durchleuchtete Spitzenfeld abheben, sprechen für Induration. Die Frage, ob es sich um aktive oder latente resp. ausgeheilte Herde handelt, darf aus dem Röntgenbild höchstens vermutet, niemals aber mit Sicherheit ausgesprochen werden. Hier ist die klinische Beobachtung maßgebend. Wenn es sich um reichlich über das Spitzenfeld verteilte kleine Herdschatten handelt, dann ist die Diagnose sicher, besonders wenn auch die klinischen Erscheinungen für das Bestehen einer Tuberkulose sprechen. Bei ganz vereinzelt kleinen Knötchen muß man allerdings etwas vorsichtig in der Diagnose sein. In einem Falle, in dem sich in beiden Spitzenfeldern vereinzelt kleine, gut umschriebene, herdförmige Schattenbildungen fanden, konnte ich bei der genauesten Durchmusterung der Spitzen bei der Autopsie keine tuberkulösen Veränderungen finden, dagegen bestanden Bronchiektasien in den Oberlappen mit stark verdichteten, sich derb anführenden Bronchialwänden, die woh

diese Schattenbildungen verursacht haben könnten. Des weiteren muß man wissen, daß auf einer guten Spitzenplatte die Lungengefäße als Schattenstreifen zu sehen sind. Solche streifenförmige, von unten nach oben durch das Lungenfeld ziehende Schattenbildungen dürfen natürlich nicht mit tuberkulösen Prozessen verwechselt werden. Orthoröntgenograph getroffene, abgehende Gefäßästchen können durch Schattensumation als Knötchen, mit denen die beschriebenen Gefäßstreifen durchsetzt erscheinen, imponieren. Eine Beschattung der medianen Teile der Spitzenfelder ist nicht pathologisch. Sie wird verursacht durch den Sternokleidomastoideus. Auf der linken Seite sieht man häufig einen zarten homogenen Schatten, der seinen Ursprung am Aortenschatten nimmt und neben der Wirbelsäule emporzieht, meist in Höhe des 3. Interkostalraumes lateral abbiegt und sich dann allmählich verliert. Dieser Schatten ist durch die Subklavia bedingt. (Vergl. Abb. 2). Die seitlichen Partien des Spitzenfeldes werden zuweilen durch das Schulterblatt etwas verdunkelt. Verkäste oder verkalkte Drüsen in der Fossa supraclavicularis können in das Spitzenfeld hineinprojiziert werden und zu Verwechslungen mit intrapulmonalen Herden Veranlassung geben. Ebenso muß man sich hüten, unregelmäßige Kalkablagerungen im 1. Rippenknorpel für tuberkulöse Herdchen anzusprechen. Da der Rippenknorpel bei der üblichen ventrodorsalen Blendenaufnahme der Lungenspitzen plattenfern liegt und diese Teile sich ferner bei Aufnahmen, die nicht vollkommen im Atemstillstand aufgenommen sind, etwas bewegen, so werden sie auf dem Bilde etwas verwaschen erscheinen und können dadurch leicht zu diagnostischen Irrtümern veranlassen. Man kann dieselben daran erkennen, daß sie im Verlaufe der gedachten Fortsätze des Schattens der 1. Rippe liegen. Es liegt in der Natur des Röntgenverfahrens begründet, daß spärliche kleine Herdchen, wenn sie für die Darstellung ungünstig liegen, z. B. sich mit den Rippenschatten decken, in seltenen Fällen dem röntgenologischen Nachweis entgehen können. Auf Grund eines negativen Röntgenbildes darf also nicht ohne weiteres das Vorhandensein einer Lungenspitzentuberkulose ausgeschlossen werden, wenn aus anderen klinischen Beobachtungen sich der Verdacht einer Lungenspitzentuberkulose ergibt. Daß natürlich nur technisch einwandfreie Platten für die Diagnose verwendet werden dürfen, daß fehlerhafte Exposition und unrichtige Strahlenhärte zu Fehldiagnosen Veranlassung geben können, ist selbstverständlich. Besondere Vorsicht erfordert der Befund einer homogenen Spitzentrübung. Dieselbe kann durch eine tuberkulöse Infiltration der Spitzenpartien verursacht sein oder durch eine Spitzenpleuritis. In diesen Fällen werden die meist in den übrigen Partien vorhandenen herdförmigen Verdichtungen die Diagnose sichern. Viel schwieriger sind die Fälle zu beurteilen, in denen die Spitzentrübung den einzigen röntgenologischen Befund darstellt. Hier sind zunächst Veränderungen auszuschließen, welche nicht in der Lunge selber gelegen sind, auffallend stark entwickelte Muskulatur, Veränderungen der Haut, starke Vermehrung des subkutanen Bindegewebes. Deshalb gewöhne man sich daran, die Patienten stets auch klinisch zu betrachten. Liegt der Patient mit der einen Seite der Platte nicht fest an, so kann eine Trübung der betreffenden Spitze vorgetäuscht werden. Man kann diesen technischen Fehler daran erkennen, daß die Aussparung der Luftröhre und die Reihe der Dornfortsätze nicht über der Mitte des Wirbelsäulenschattens, sondern mehr seitlich liegt, und daß außerdem die Rippenstruktur auf der abliegenden Seite nicht so deutlich hervortritt wie auf der an-

liegenden. Zweifelsohne kann auch bei vollkommen normalen Personen die Helligkeit der Spitzen verschieden sein. Zuweilen bedingt auch eine geringfügige Skoliose, die bei der Betrachtung der Patienten leicht übersehen wird, auf der Platte jedoch deutlich zu erkennen ist, eine Verengung und Beschattung des Spitzenfeldes. In anderen Fällen ist natürlich die Skoliose ihrerseits erst die Folge eines schrumpfenden Prozesses in der Spitze. Andererseits kann ein länger bestehender Spitzenkatarrh einen verminderten Luftgehalt und dadurch eine Beschattung der Spitze bewirken. Zuweilen, jedoch nicht immer gelingt es bei tiefem Luftholen oder noch besser durch einige Hustenstöße die Spitzenfelder zur Aufhellung zu bringen. Es ergibt sich aus dem Gesagten, daß eine homogene Trübung, ganz besonders eine gleichmäßige Trübung beider Spitzenfelder (Unterexposition!), nur mit alleräußerster Vorsicht diagnostisch zu verwerten ist.

Das Röntgenbild der weiter ausgeprägten Tuberkulose zu beschreiben, fällt nicht in den Rahmen dieser Arbeit. Es sei nur auf einige häufiger vorkommende Irrtümer hingewiesen. Es wird heute ein großer Wert auf die qualitative Diagnose der Tuberkulose gelegt. Wir unterscheiden nach den Arbeiten, vornehmlich von Fränkel, Albrecht, Aschoff, Bacmeister, Gräff und Küpferle, die vorwiegend produktive und vorwiegend exsudative Herdbildung. Es ist dies nicht so zu verstehen, daß nun beide Formen immer rein vorhanden sind. Vielmehr finden wir bei fortgeschrittenen Phthisen meist beide Formen gemischt, insofern, als im einen Teil der Lunge die produktive, in einem anderen die exsudative Herdbildung vorherrscht, oder daß beide Formen innig miteinander vermischt sind. Immerhin überwiegt in einer größeren Reihe von Fällen die eine Reaktionsart so sehr, daß man von einer vorwiegend produktiven (azinös-nodösen, nodös-zirrhatischen und kavernös-zirrhatischen Phthise oder einer vorwiegend exsudativen (lobär-exsudativen oder lobulär-exsudativen) Phthise sprechen kann, wozu als besondere Ausbreitungsform noch die hämatogene, disseminierte Tuberkulose kommt. Die röntgenologische Unterscheidung der verschiedenen Reaktionsweisen ist im einzelnen Falle durchaus nicht immer ganz einfach und kann falsch gedeutet werden. Die azinös-nodösen Herdbildungen sind ausgezeichnet durch unregelmäßig gestaltete, aber ziemlich scharf begrenzte, kleine herdförmige Verdichtungsschatten, während die exsudativen Herdschatten nicht scharf begrenzt sind, sondern ein dichteres Zentrum haben und allmählich gegen die Peripherie abklingen. Die einzelnen Herdschatten sind von vornherein meist schon größer als die azinös-nodösen und zeigen Neigung zur Konfluenz.

Stehen die azinös-nodösen Herdchen dicht nebeneinander, so kommt es zu Kompression und Atelektase des dazwischengelegenen Lungengewebes, wodurch größere, fleckige, unscharf begrenzte Verdichtungen entstehen. Diese können unter Umständen mit exsudativen Herdbildungen verwechselt werden. Sie unterscheiden sich von diesen dadurch, daß man meist gleichzeitig noch unregelmäßig verzweigte, durch fibröses Bindegewebe gebildete, band- und strangartige Schattenbildungen erkennen kann. Ferner findet man zwischen den indurativ-zirrhatischen Herdchen meist noch helle, durch emphysematös geblähtes Lungengewebe gebildete Partien und des weiteren noch ausgeprägte Schrumpfungerscheinungen, zu denen sich dann noch mehr oder weniger dichte Schwarten gesellen können.

Große Schwierigkeiten kann die Unterscheidung von Bronchopneumonie mit lobulär-exsudativer Tuberkulose namentlich bei Kindern bereiten, und in den meisten Fällen ist die Differentialdiagnose auf Grund des Röntgenbildes allein nicht möglich.

Ebenso können Grippepneumonien irreführende Bilder ergeben. Man sieht zuweilen, ähnlich wie bei lobulär-exsudativer Tuberkulose, dichtstehende, konfluierende, unscharf begrenzte Verdichtungen. Andererseits finden wir Grippepneumonien, die sich nur außerordentlich langsam lösen, wo allmählich in dem vorher dichten Schatten Aufhellungen eintreten, sich fibröse Stränge ausbilden und auch Schrumpfungerscheinungen auftreten. Sitzt ein solcher Prozeß noch dazu im Oberlappen, so ist aus einer einmaligen Röntgenuntersuchung die Differentialdiagnose gegenüber einer produktiv-zirrhatischen Oberlappentuberkulose gar nicht zu stellen. Bei dieser Gelegenheit sei daran erinnert, daß bei Grippepneumonie noch lange nach Verschwinden aller klinischen Erscheinungen fibröse, strangartige, vom Hilus in die Lunge sich verzweigende, zuweilen mit kleinen punktförmigen Verdichtungen durchsetzte Schattenstreifen zurückbleiben, während meistens gleichzeitig die entsprechenden Hiluslymphknoten verdichtet sind, ein Befund, der nicht mit Tuberkulose verwechselt werden darf.

Bei der Aktinomykose der Lungen sehen wir meist von der Hilusgegend ausstrahlend fleckförmige, teils konfluierende, teils mehr strangartige Schattenbildungen, die eine große Ähnlichkeit mit Tuberkulose haben können. Selten werden wir eine ziemlich erhebliche Verbreiterung des Mediastinums und Vergrößerung der Hilusdrüsen vermissen. Die sichere Diagnose kann jedoch nur durch die sorgfältige mikroskopische Untersuchung und den Nachweis von Drusen im Sputum gestellt werden.

Auch die Streptotrichose der Lungen dürfte zuweilen einen Lungentuberkulose vortäuschen, während wieder in anderen Fällen in erster Linie an Bronchiektasien oder Lungenabszeß gedacht werden muß. Auch hier läßt sich die Diagnose nur durch Nachweis des Erregers im Sputum sichern.

Auch die Lungenlues ist meist nicht mit Sicherheit von der Tuberkulose zu unterscheiden. Bei der im tertiären Stadium am meisten vorkommenden interstitiellen Form sehen wir meist sehr derbe Schatten in der Hilusgegend, von denen sich die im peribronchialen Gewebe auftretenden, gummös-interstitiellen Infiltrationen als strangartige Schatten in die Lungenfelder verästeln. Durch narbige Schrumpfung entstehen nicht selten Bronchiektasen und in anderen Lungenpartien vikariierendes Emphysem. Dazu kommen relativ häufig ausgedehnte gummöse Schwarten oder strahlige Narben der Pleura, welche das Röntgenbild in mannigfaltigster Weise variieren können. Als zweite, allerdings viel seltener vorkommende Form der Lungenlues sind die isolierten Gummen zu nennen. Wir sehen in solchen Fällen mäßig scharf umschriebene, rundliche, herdförmige Verdichtungen, die wohl selten zu Verwechslung mit Tuberkulose, dagegen schon leichter mit einem Lungenabszeß Veranlassung geben können, besonders wenn in Ausnahmefällen eine kavernöse Einschmelzung stattfindet. Ob bei der sekundären Lues Drüsenschwellungen in der Hilusgegend als regelmäßiger Befund nachzuweisen sind, wie dies Rothschild glaubt, ist noch nicht bewiesen.

Über das Lungenbild von Lungenrotz liegt meines Wissens bisher noch

keine Mitteilung vor. Entsprechend dem anatomischen Befund dürfen wir erwarten, daß es dem bei Influenzabronchopneumonie ähnelt und demgemäß leicht mit einer lobulär-exsudativen Tuberkulose verwechselt werden kann.

Ein ziemlich charakteristisches Bild gibt die lobär-exsudative Tuberkulose (käsige Pneumonie), gekennzeichnet durch dichte Verschattungen eines oder mehrerer Lappen. Das Bild kann im Anfang vollkommen dem einer kruppösen Pneumonie entsprechen. Treten in dem dichten Schatten durch Zerfallsherde bedingte Aufhellungen ein, so spricht dies für käsige Pneumonie. Außerdem findet man bei käsiger Pneumonie des Oberlappens im allgemeinen unterhalb des dichten Infiltrationsschattens noch verschiedene kleine, auf bronchogenem Wege entstandene, lobulär-exsudative Herdschatten. Nicht genügend bekannt ist, daß in Umgebung kleiner, auch azinös-produktiver Herdchen, ganz ausgedehnte, oft einen großen Teil eines Lappens oder gar den ganzen Lappen einnehmende, unspezifische Infiltrationen sich entwickeln können, besonders im Kindesalter (epituberkulöse Infiltration). Das Röntgenbild ist dann von einer käsigen Pneumonie nicht zu unterscheiden. Es ist wichtig zu wissen, daß diese unspezifischen Infiltrationen durchaus nicht immer in Verkäsung übergehen, sondern oft nach monatelangem Bestehen spontan noch vollkommen resorbiert werden und als Rest lediglich einige kleinste, manchmal sehr leicht zu übersehende azinös-nodöse Herdschatten zurückbleiben. Die richtige Diagnose ist nur durch längere klinische Beobachtung und wiederholte Röntgenuntersuchung zu stellen. Es ist klar, daß derartige Befunde leicht zu diagnostischen Fehlern und falscher Diagnosenstellung Veranlassung geben können, ebenso wie sie ein ganz falsches Bild über die Wirksamkeit eines eventuell verwendeten Heilmittels geben können.

Das einen Lappen infiltrierende Bronchialkarzinom verursacht im Röntgenbild ebenfalls eine dichte, homogene Beschattung eines Lappens. Im Gegensatz zur käsigen Pneumonie werden wir in solchen Fällen wohl niemals eine Schrumpfung der entsprechenden Thoraxpartie vermissen. Letztere findet sich immer bei ausgedehnten, durch Zusammenfließen von indurativen zirrhatischen Veränderungen entstandenen Schattenbildungen, bei denen, namentlich wenn sich Schwarten hinzugesellen, auch gleichmäßige homogene Verdichtungen entstehen können. Hier leisten differentialdiagnostisch frontale Aufnahmen gute Dienste. Das Bronchialkarzinom hält sich meist scharf an die Lappengrenze. Es nimmt in der Mehrzahl der Fälle seinen Ursprung von der Schleimhaut eines Bronchus in Hilusnähe und gibt zunächst das Bild eines Hilustumors. Können wir die weitere Ausbreitung verfolgen, so sehen wir bei Oberlappentumoren, daß sie sich häufig zunächst an der Basis des Oberlappens entlang dem mittleren Interlobärspace oder, wenn auf der rechten Seite Ober- und Mittellappen betroffen sind, entlang der Hauptsalte meist zunächst nach vorn und erst im weiteren Verlaufe seitwärts ausbreiten. Die Unterlappenkarzinome pflegen sich meist ebenfalls entlang der Hauptsalte auszudehnen. Es sei bemerkt, daß gerade diese Fälle uns die günstigste Gelegenheit bieten, den Verlauf der Interlobärsalte im Röntgenbild zu studieren.

Die hämatogene disseminierte Tuberkulose bietet, wenn sie unter dem klinischen Bilde der akuten allgemeinen Miliartuberkulose auftritt, einen charakteristischen Röntgenbefund. Bei der hämatogenen, disseminierten, azinös-produktiven Tuberkulose sehen wir beide Lungenfelder ziemlich gleich-

mäßig übersät von je nach dem Alter stecknadelkopf- bis linsengroßen, in den einzelnen Fällen aber untereinander ziemlich gleichgroßen Schattenherdchen. Bei der Durchleuchtung sind diese Herdchen, wenn sie sehr klein sind, zuweilen gar nicht zu sehen, es fällt noch nicht einmal eine verminderte Helligkeit des Lungenfeldes auf. Eine Vergrößerung der Lungenwurzeldrüsen ist das einzige, was wir sehen können. Auf scharfen, in Atemstillstand aufgenommenen Platten treten diese Herdchen jedoch deutlich hervor. Ist die Platte nicht scharf, so können sie allerdings dem Nachweis entgehen. Bei den hämatogenen, disseminierten, azinös-exsudativen Formen sind die einzelnen Herdchen etwas größer und zeigen Neigung zur Konfluenz, so daß sie auch bei der Durchleuchtung nicht entgehen können. Wir sehen zahlreiche fleckige, unscharf begrenzte, zum Teil etwas ineinander überfließende Herdschatten über die Lungen zerstreut, die meist in dem den Hilus umgebenden Teile der Lungenfelder eine etwas größere Stellungsichte aufweisen (Vortäuschung einer Hilusausbreitung). Von den auf bronchogenem Wege entstandenen lobulär-exsudativen Formen (käsige Bronchopneumonie) unterscheiden sie sich meist durch ihre ausgedehnte Verstreuerung über beide Lungenfelder.

Einige andere, abnorm selten vorkommende Erkrankungen, wie die echte Miliarkarzinose, miliare Abszesse, Pseudoleukämie, Bronchiolitis obliterans, können ein der Miliartuberkulose zum Verwechseln ähnliches Röntgenbild ergeben. Das meist metastatisch vorkommende, in den peribronchialen Lymphspalten sich ausbreitende Karzinom ergibt unter Umständen ebenfalls ein Bild, welches an das getüpfelte Aussehen der Miliartuberkulose erinnert. Die Herdchen sind jedoch nicht so gleichmäßig groß und nicht so gleichmäßig verteilt wie bei der akuten Miliartuberkulose. Wir sehen hier meist dichtere Tumorschatten im Hilus, die sich peripherwärts in feine Fleckelung und schließlich in ein feines Netzwerk auflösen. Schließlich kommen differentialdiagnostisch noch Pneumokoniosen in Betracht. Bei dieser Erkrankung pflegen die Herde nicht so dicht und regelmäßig über die Lungenfelder verteilt zu sein wie bei der Miliartuberkulose. Außerdem vermissen wir selten eine sehr kräftige, von den stark vergrößerten und stark schattengebenden Lymphknoten der Lungenwurzel sich in die Lungen erstreckenden Strangzeichnung. Bei der Eisenstaublunge pflegen die einzelnen Herdchen ziemlich klein zu sein, haben aber eine sehr starke Schattenintensität. Bei der Chalikosis sind die einzelnen Herdchen größer, unregelmäßig gestaltet, durch intensive Schattenbildung sich außerordentlich scharf gegen das helle Lungengewebe abhebend, während sie bei der Kohlenstaublunge meist etwas weicher und unregelmäßiger gestaltet sind. Weit eher als mit der akuten Miliartuberkulose können diese Erkrankungen zur Verwechslung mit einer ausgebreiteten fibrös-nodösen resp. nodös-zirrhrotischen Tuberkulose Veranlassung geben, zumal sich, wie bekannt, in der pneumokoniotischen Lunge gar nicht selten eine Tuberkulose ansiedelt.

Auch bei der Kavernendiagnose kommen nicht selten Irrtümer vor. Die Sichtbarkeit der Kaverne ist bedingt durch die gegenseitige Wechselwirkung der Schattenaufhebung des Hohlraumes selbst und der Schattenbildung der umgebenden Gewebe. Somit ist es klar, daß selbst große Kavernen, welche von dicht infiltriertem Gewebe umgeben sind, dem Nachweis sich entziehen können. So wird dies namentlich der Fall sein, wenn im Innern von käsig-pneumonischen Bezirken Zerfallerscheinungen auftreten. Werden in einem

käsig-pneumonischen Bezirk durch Höhlenbildung aufgehellte Zonen sichtbar, so markieren sich dieselben oft nur als hellere, unscharf begrenzte Partien, und die Unterscheidung, ob es sich wirklich um eine Kaverne oder nur um eine weniger dicht infiltrierte Partie handelt, kann sehr schwierig oder gar unmöglich werden. Sehr oft täuschen auch Rippengrenzen oder Schwartenstreifen den Rand einer Kaverne vor. Liegen die Kavernen dagegen in einem weniger dicht infiltrierten Gewebe und sind sie noch dazu von einem bindegewebigen Rand umgeben, wie dies häufig bei den produktiv-nodösen Formen der Fall ist, dann können diese kringelförmigen, eine Aufhellung umschließenden Schatten nicht falsch gedeutet werden. Außerordentlich große Kavernen können unter Umständen mit einem abgesackten Pneumothorax verwechselt werden. Gelingt es in solchem Falle, den Rand der kollabierten Lunge nachzuweisen, so ist die Diagnose eines partiellen Pneumothorax gesichert. Ferner reicht der Pneumothorax seitlich bis unmittelbar an den Brustkorb heran, während die großen Kavernen meist von einem bindegewebig verdichteten Rand umgeben sind, dessen Schatten auch entlang dem Brustkorbrand zu verfolgen ist. Des weiteren ist bei größeren Kavernen meist eine Schrumpfung des Brustkorbes zu verzeichnen, während dies bei partiellem Pneumothorax nicht der Fall ist.

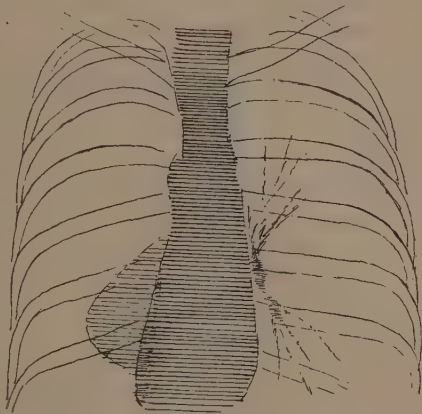


Abb. 3. Linksseitiger totaler Pneumothorax, durch Probepunktion entstanden, darf nicht mit Hilusdrüsentumor verwechselt werden. Die besonders gute Durchleuchtbarkeit der linken Seite, die besonders deutliche Rippenstruktur und das Fehlen jeglicher Lungenzeichnung sollte ausreichen, um vor diagnostischen Irrtümern zu schützen.

Ein größerer Pneumothorax darf bei der Röntgendurchleuchtung eigentlich nicht übersehen werden. Schon beim ersten Blick fällt die große Strahlendurchlässigkeit im Vergleich zur anderen Seite, deutliche Strukturzeichnung der Rippen sowie das Fehlen jeglicher Lungenzeichnung und in Fällen, in denen ein Überdruck vorhanden ist, die Erweiterung der betreffenden Brustkorbhälfte, die Verdrängung von Herz und Mediastinum evtl. die von Brauer beschriebene Überblähung auf. Immerhin habe ich es selbst erlebt, daß mir in dem in Abb. 3 skizzierten Fall der Stumpf der vollkommen kollabierten Lunge als Hilusdrüsenschwellung vorgeführt wurde. Dagegen kann ein schmaler, schalenförmiger, der Lunge aufliegender oder abgesackter Pneumothorax auf der Platte oder der gewöhnlichen sagittalen Durchleuchtung leicht übersehen werden, besonders wenn es sich um Personen mit reichlich schwammigem Fettpolster handelt, bei denen die Durchleuchtbarkeit der Lungenfelder schon ohnedies vermindert ist. Man muß in solchen Fällen den Patienten vor dem Schirm drehen, damit die kleine Luftblase tangential von den Strahlen getroffen wird und so zur Darstellung gelangt.

Zuweilen kann einmal ein starkes, einseitiges Emphysem einen Pneumothorax vortäuschen. So konnte ich einen Fall beobachten, der vollkommen

das Bild eines das seitliche Drittel des Brustkorbes einnehmenden Pneumothorax ergab, wo im Bereich dieser Aufhellung keine Spur einer Lungenzeichnung zu erkennen war und medianwärts eine scharfe Linie die Grenze der halb kollabierten Lunge vortäuschte. Die Autopsie ergab eine interstitielle Lungenlues mit mächtigem bullösen Randemphysem, welches auf der Röntgenplatte als Pneumothorax imponiert hatte. Legen wir einen künstlichen Pneumothorax an, so sehen wir gewöhnlich, daß die Helligkeit der Lungenfelder auf der gesunden Seite in toto etwas vermindert ist und daß infolge stärkerer Füllung der Lungengefäße die Hilusschatten und die Lungenzeichnung vermehrt und an Stellen, wo orthoröntgenograph getroffene Gefäße abgebildet sind, dieselbe mit kleinen Knötchen besetzt erscheint. Wir dürfen daraus nicht etwa das Fortschreiten eines tuberkulösen Prozesses auf die gesunde Seite diagnostizieren.

Zum Schluß sei nochmals daran erinnert, daß zwei zu derselben Zeit von dem gleichen Patienten aufgenommene Platten ein außerordentlich verschiedenes Aussehen zeigen können, wenn Röhrehärte und Expositionszeit bei beiden Aufnahmen nicht dieselben waren. In einem Falle können wir ausgedehnte Schattenbildungen wahrnehmen, die in dem anderen vollkommen weggeleuchtet sind. Da es nun fast unmöglich ist, zu verschiedenen Zeiten zwei Platten ganz genau unter denselben Bedingungen anzufertigen, so sind solche Vergleichsplatten nur mit größter Kritik im Sinne einer Besserung oder Verschlechterung einer Lungentuberkulose zu verwerten.

Pleuraexsudate.

Die mittelgroßen und großen Pleuraexsudate ergeben das bekannte charakteristische Röntgenbild, auf das hier nicht näher eingegangen zu werden braucht. Ebenso ist bekannt, daß die Art des Ergusses sich aus dem Röntgenbild nicht erkennen läßt: ob es sich um Transsudat oder Exsudat, um einen eitrigen oder hämorrhagischen Erguß handelt, ist röntgenologisch nicht zu unterscheiden. Bekannt ist ferner, daß der dichte Schatten eines Exsudats den sicheren Einblick in die Lunge verwehrt, daß z. B. ein Lungentumor bei gleichzeitig bestehendem Exsudat nicht zur Darstellung gebracht werden kann. Zuweilen ist eine exakte Diagnose doch noch möglich, wenn es gelingt, das Exsudat nahezu vollständig abzulassen und durch Luft zu ersetzen. Ein Totalexsudat kann mit einem sämtliche Lappen einer Seite infiltrierenden Lungentumor ohne gleichzeitiges Exsudat oder einer pneumonischen Infiltration verwechselt werden. Wir können diese Erkrankungen dadurch unterscheiden, daß bei einem Totalexsudat stets eine ziemlich erhebliche Verdrängung von Herz und Mediastinum vorhanden ist, während sie bei Pneumonie fehlt und ein Lungentumor mit Schrumpfung der betreffenden Seite und Verziehung von Herz und Mediastinum nach der kranken Seite zu einhergeht.

Dasselbe Bild wie ein Lungentumor kann unter Umständen übrigens auch eine Zirrrose der Lunge bewirken, wo wir auch eine dichte, vollkommen homogene Beschattung der Lunge mit Schrumpfungserscheinungen der erkrankten Brustkorbhälfte beobachten können. Eine Unterscheidung ist nur durch das klinische Bild möglich. Ganz kleine Exsudate entziehen sich leicht dem Nachweis. Wir müssen uns dann durch Drehen des Patienten vor dem

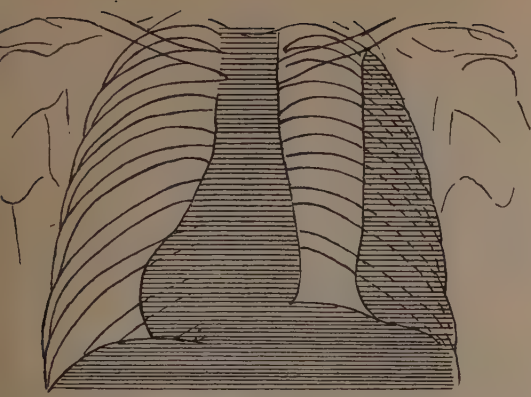


Abb. 4. In den seitlichen Partien des Brustkorbes abgesacktes Exsudat. Charakteristisch ist der gleichmäßige, gegen das Lungenfeld scharf abgegrenzte Schatten.

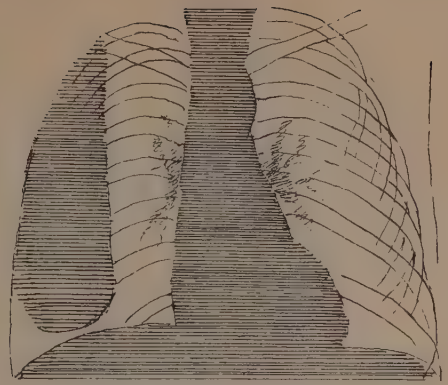


Abb. 5. Sarkom, von den Rippen ausgehend. Vgl. die Ähnlichkeit mit Abb. 4. Erleichtert wird die Differentialdiagnose, wenn es gelingt, die Zerstörung einer Rippe im Bilde darzustellen. Im übrigen muß der Ausfall der Probepunktion entscheiden.

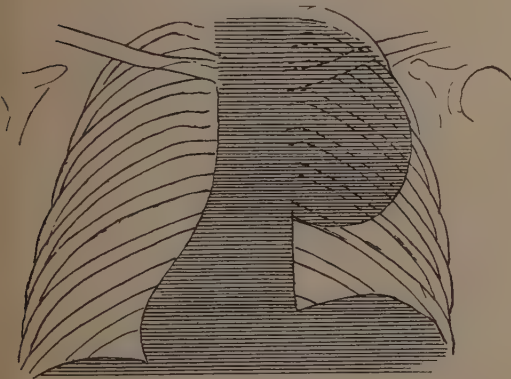


Abb. 6. An der vorderen Brustwand abgesacktes flaches metapneumonisches Empyem.

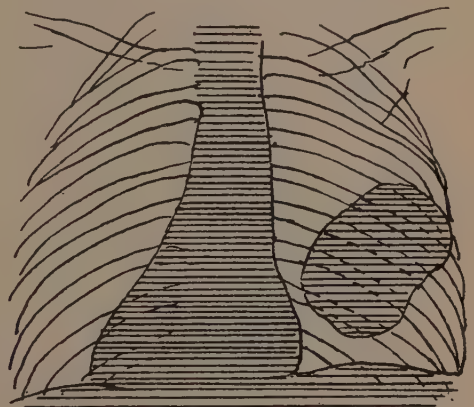


Abb. 7. An der hinteren Brustwand abgesacktes Exsudat. (Vgl. Abb. 15, 37, 39.)

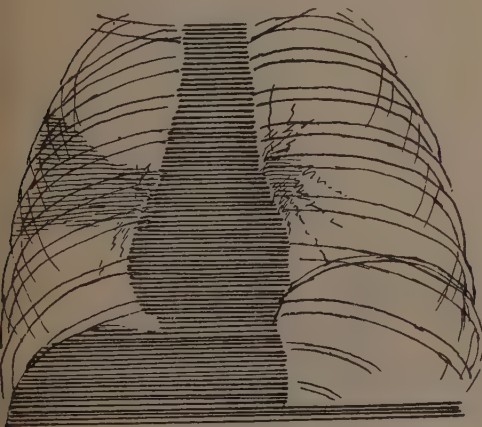


Abb. 8. Exsudat in der mittleren Interlobärspalte (durch Punktion bestätigt). Herz etwas nach rechts verlagert, wohl durch die abnorm große Magenblase. (Vgl. Abb. 10, 24, 32.)

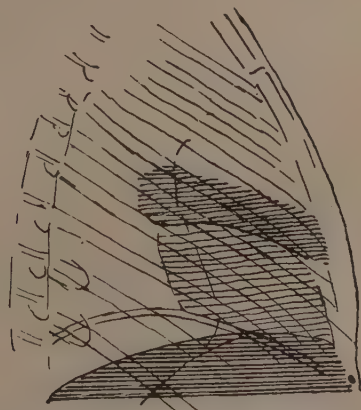


Abb. 9. Exsudat in der mittleren Interlobärspalte, derselbe Fall wie in Abb. 8 bei frontaler Strahlenrichtung.

Schirm die verschiedenen Teile des Pleurasinus nacheinander in den tangentialen Strahlengang bringen. Eine Unterscheidung zwischen Exsudat und Schwarte ist oft recht schwierig. Eine scharfe obere, charakteristisch geschwungene Begrenzungslinie spricht für Exsudat, eine unscharfe aber nicht dagegen. Verdrängung von Herz und Mediastinum beweist das Vorhandensein eines Flüssigkeitsergusses, während Schrumpfungsprozesse für Schwarten sprechen. Allerdings ist röntgenologisch nicht zu unterscheiden, ob hinter den Schwarten noch ein Restexsudat vorhanden ist.

Sehr wechselvolle Bilder entstehen bei der Absackung von Exsudaten. Häufig sind diese Exsudate in den seitlichen Partien des Brustkorbes zwischen den Pleurablättern abgesackt. Das Bild ist charakterisiert durch den tiefen, homogenen, gegen das Lungengewebe scharf begrenzten Schatten, der sich an der seitlichen Brustwand hinzieht. (Abb. 4). Ähnliche Bilder können lediglich von den Rippen ausgehende, in den Thoraxraum hineinragende Brustwandtumoren verursachen (Abb. 5). Besteht gleichzeitig eine Verdunkelung des Lungenfeldes durch pneumonische Infiltration, so können kleine abgesackte Exsudate dem Nachweis entgehen, besonders die der Achselhöhle angelagerten. Bei genauer Untersuchung mit genügend differenziertem Licht werden wir aber doch meist in dem allgemeinen Schatten die scharf begrenzten, dichtereren Schattenbildungen des Exsudates wahrnehmen können. Zur Erkennung der kleinen, der Achselhöhle angelagerten Exsudate empfiehlt es sich, den betreffenden Arm hochheben zu lassen. Das in Abb. 6 wiedergegebene, über dem Oberlappen an der vorderen Brustwand abgesackte Exsudat könnte leicht mit einem Aneurysma verwechselt werden. Bei dem in Abb. 7 auf der Rückenseite im Pleuraspalt abgesackten Exsudat käme differentialdiagnostisch eine Tumormetastase oder ein pneumonischer Herd resp. Lungenabszeß in Frage. Gegen letzteren sprach die ziemlich scharfe Begrenzung. Sehr viel schwieriger ist die richtige Diagnose der im Interlobärspalt abgesackten Exsudate. Genaue Kenntnis der Topographie der Interlobärspalten und der Projektion derselben im Röntgenbilde bei den verschiedensten Durchleuchtungsrichtungen ist unbedingte Voraussetzung. Der in der Mittelspalte, also zwischen Ober- und Mittellappen abgesackte Erguß ergibt bei sagittaler Durchleuchtung einen quer durch das Lungenfeld ziehenden Schatten, der vom Hilus aus etwas nach oben ansteigt und zur Achselhöhle verläuft. Er ist meist, vornehmlich aber auf der unteren Seite, die oft eine leicht S-förmig geschwungene Linie aufweist, scharf begrenzt (Abb. 8). Es kann bandförmige oder eine mehr keilförmige Gestalt haben, wobei die Spitze des Keiles nach außen oder innen gerichtet sein kann. Wenn die lateralen Teile der Spitze verklebt sind, reicht der Schatten nicht bis zur seitlichen Brustwand und kann dann auf dem Sagittalbild ziemlich uncharakteristisch sein. Beim Auf- und Abwärtsbewegen der Röhre wechselt er seine Gestalt. Sehr wichtig ist das Frontalbild. Auf diesem beginnt der Schatten in der Hilusgegend und zieht sich von da, etwas nach unten sich neigend, zur vorderen Brustwand (Abb. 9). Auch bei dieser Strahlenrichtung ist die untere Begrenzungslinie scharf und bildet einen leichten, nach oben zu konvexen Bogen. Trotz dieses scheinbar so charakteristischen Befundes sind diagnostische Irrtümer möglich und gar nicht selten. Ja, man kann sagen, daß die meisten Fälle, die den in den verschiedenen Lehrbüchern als charakteristisch für interlobäres Exsudat in der Mittelspalte abgebildeten Schatten zeigen, gar keine

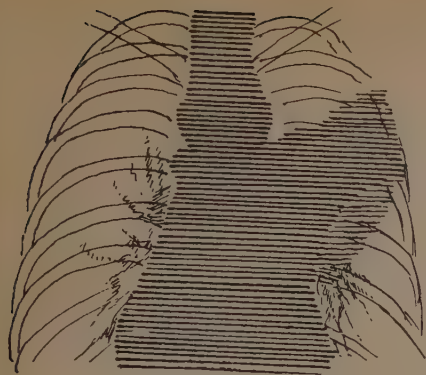


Abb. 10. Von der Hilusgegend ausgehen-
des, sich an der Basis des r. Oberlappens
ausbreitendes Bronchialkarzinom.
(Vgl. Abb. 8.)

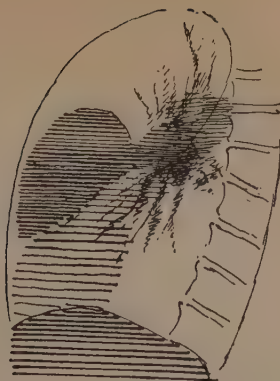


Abb. 11. Derselbe Fall wie Abb. 10 bei
frontaler Strahlenrichtung. Im Gegen-
satz zu Abb. 9 ist der Schatten nicht annähernd
bandartig, sondern auf der oberen Seite ganz
unregelmäßig gestaltet.

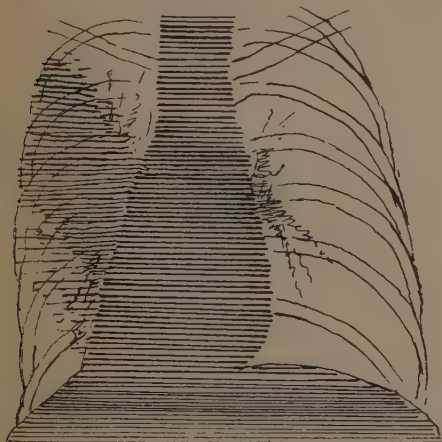


Abb. 12. In der linken Hauptspalte ab-
gesacktes Exsudat. Breiter unscharf be-
grenzter Schatten, der nur die obersten und un-
tersten seitlichen Teile des Lungenfeldes freiläßt.



Abb. 13. Derselbe Fall wie Abb. 12 bei
frontaler Durchleuchtung. Scharf be-
grenzter, in der Mitte etwas verjüngter Schatten
(propellerförmige Krümmung der Interlobärspalte),
der schräg von hinten oben nach vorne unten
durch das Lungenfeld zieht.



Abb. 14. Bronchialkarzinom des linken
Oberlappens, welches sich entlang der Haupt-
palte ausgebreitet hat. (Vgl. Abb. 13.) Die vor-
lere Grenze ist im Gegensatz zu Abb. 13 verwaschen
und unscharf, die Verjüngung des Schattens in
der Mitte fehlt.

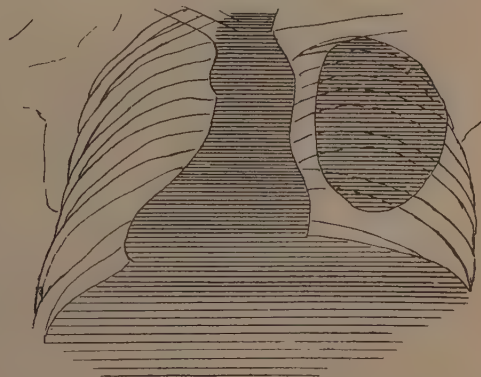


Abb. 15. Im oberen Teil der rechten
Hauptspalte abgesacktes Empyem

interlobären Exsudate sind. Wir finden namentlich häufig Infiltrationen des Lungengewebes, die bis an die Lappengrenze heranreichen oder sich längs derselben ausbreiten, z. B. eine Tuberkulose, Pneumonie, Karzinom. Dieselben können unter Umständen, worauf namentlich kürzlich Fleischner hingewiesen hat, ein dem interlobären Exsudat täuschend ähnliches Bild ergeben. Hier kann uns nur die sorgfältigste Untersuchung in verschiedenen Strahlenrichtungen vor Irrtum bewahren, und selbst dann kommen wir zuweilen nicht zu einem sicheren Resultat. Meines Erachtens ist in solchen Fällen das Hauptgewicht auf die frontale Durchleuchtung zu legen. Bei dieser Durchleuchtungsrichtung spricht ein annähernd bandförmiger, auch oben leidlich scharf und ziemlich regelmäßig begrenzter Schatten für Exsudat, während bei infiltrativen Prozessen die obere Grenze unregelmäßig und verschwommen gestaltet zu sein pflegt. Schwarten in der Mittelspalte bilden einen vom Hilus aus quer durch

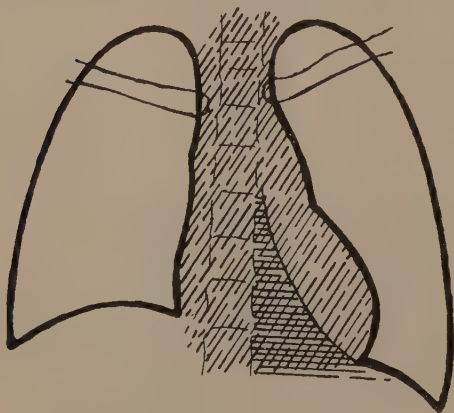


Abb. 16.

Pleuritis mediastinalis posterior.

das Lungenfeld ziehenden strichförmigen, feinen Schatten. Da die Schwarte nur auf der Platte als Schatten zum Ausdruck kommt, wenn der Zentralstrahl durch die Fläche des Interlobärspaltes verläuft und zu einer Schattensummutation führt, während bei schrägem Auftreffen auf die zarte Fläche dieselbe vollkommen hinweggeleuchtet ist, so ist es klar, daß eben nur bei einer ganz bestimmten Röhrenstellung ein Bild der Schwarte entworfen wird und daß bei Aufnahmen, bei denen diese Röhrenstellung nicht vorliegt, dieselbe vollkommen übersehen wird.

Die Exsudate in der Hauptspalte zeigen bei der sagittalen Durchleuchtung einen oft vollkommen uncharakteristischen Schatten, der mehr oder weniger große Teile des Lungenfeldes einnimmt und nur stets die obersten Partien, oft auch die untersten seitlichen Partien freiläßt (Abb. 12). Irgendeine scharfe Begrenzungslinie ist bei der sagittalen Durchleuchtung meist nicht zu sehen. Derartige Schatten werden dann meist für infiltrative Prozesse auf den Lungen gehalten. Erst die frontale Aufnahme gibt uns volle Klarheit (Abb. 13). Wir sehen hier einen oben und unten etwas breiteren, in der Mitte ganz leicht verjüngten und gegen das Lungengewebe scharf abgegrenzten Schatten, der hinten oben etwa in der Höhe des 3.—4. Brustwirbels beginnt und schräg nach vorn unten durch das Lungenfeld zieht. Die eigentümliche Gestalt des Schattens rührt daher, daß die Hauptspalte keine ebene Fläche bildet, sondern propellerartig gekrümmt ist. Aber auch in diesem Falle ist eine lappenförmig begrenzte Infiltration differentialdiagnostisch in Betracht zu ziehen (Abb. 14). Eine besondere, sehr charakteristische Form zeigen größere Flüssigkeitsansammlungen in der Hauptspalte, wenn der untere Teil derselben verklebt ist. Wir sehen dann im Lungenfeld einen dichten, homogenen, scharf begrenzten Schatten, der sich namentlich nach unten zu in charakteristischer Weise mit einer

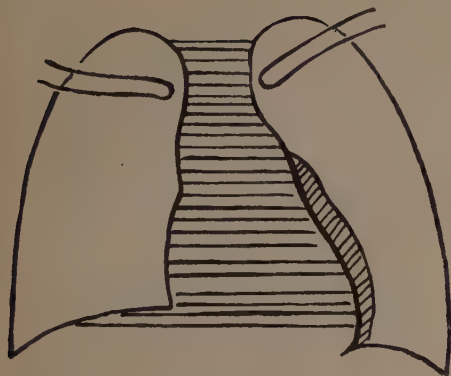


Abb. 17.
Pleuritis mediastinalis anterior.

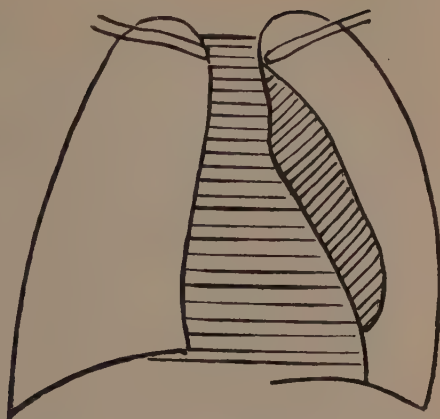


Abb. 18. Pleuritis mediastinalis anterior
(Fall 1 von Reckberg) (der untere Teil
der mediastinalen Pleurafalte ist verklebt).



Abb. 19. Pleuritis mediastinalis ant.
(Fall 2 v. Reckberg).

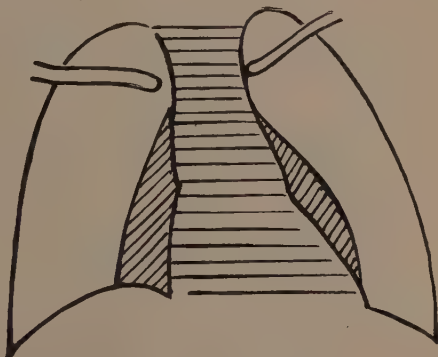


Abb. 20. Doppelseitige Pleuritis mediastinalis anterior (nach Savy).

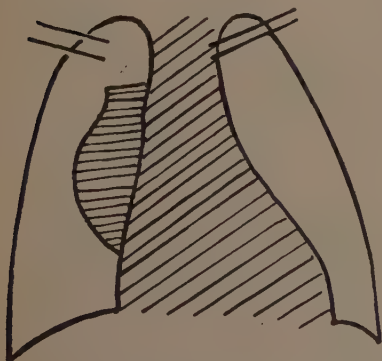


Abb. 21.
Pleuritis mediastinalis posterior destra (hinterer Teil der mediastinalen Pleurafalten
verklebt) mit Vorbuchtung durch die hintere schwache Stelle des Mediastinums in das
hintere Lungenfeld (Abb. 22; nach Groedel).



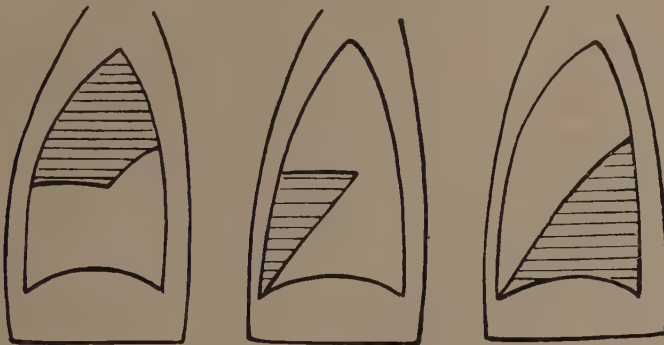
Abb. 22.

bogenförmigen Grenzlinie gegen das helle Lungenfeld absetzt (Abb. 15). Zwischen ihm und dem Mittelschatten ist meist noch ein schmaler, heller Spalt vorhanden. Ein derartiger Befund ist außerordentlich charakteristisch. Vor Verwechslung mit einem wandständig abgesackten Exsudat oder einem Brustwandtumor schützt die Durchleuchtung in verschiedenen Strahlenrichtungen. Eventuell könnte einmal eine Verwechslung mit einer großen Echinokokkusblase oder einem Lungensarkom möglich sein.

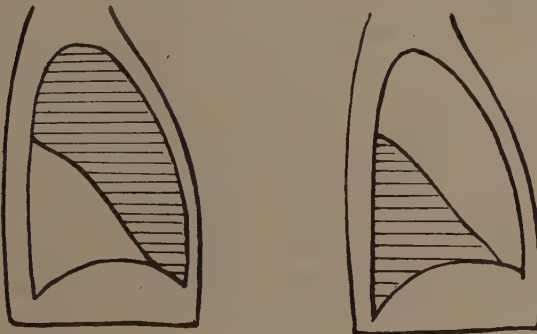
Auch die Pleuritis mediastinalis kann zu diagnostischen Irrtümern Veranlassung geben. Die Abbildungen 16—22 zeigen die verschiedenen Bilder, die bei Pleuritis mediastinalis je nach Lage der Ergüsse infolge teilweiser Verklebung der Spalten resp. Schwarten im vorderen oder hinteren Teile des pleuramediastinalen Spaltes entstehen können. Es sind Verwechslungen mit Drüenschwellungen oder Tumor der Hilusgegend sowie mit Aneurysma möglich. Mittelgroße pleuromediastinale linksseitige Exsudate können, zumal wenn sie nicht bis zur Lungenbasis herabreichen, eine scharf umschriebene Vorwölbung des Mittelschattens in der Hilusgegend bewirken und dann mit Drüenschwellungen und Tumoren verwechselt werden. Reichen sie noch etwas weiter nach oben herauf, so kann das Bild eines Aneurysmas vorgetäuscht werden. Vor diesen diagnostischen Irrtümern können wir uns durch Untersuchung in verschiedenen Durchleuchtungsrichtungen bewahren. Größere Exsudate, namentlich rechts, können leicht mit einer Pericarditis exsudativa verwechselt werden. Namentlich alle die Fälle, wo wir die weit nach rechts ausladende, bogenförmige Kontur finden, während auf der linken Seite noch deutlich die Randbögen des Herzschattens unterschieden werden können, müssen wir von vorn herein als sehr verdächtig auf Pleuritis mediastinalis verzeichnen; denn der Schatten des perikardialen Exsudates dehnt sich meist nach beiden Seiten hin gleichmäßig aus. Zudem können wir bei Pleuritis mediastinalis den Herzschatten meist von dem Schatten des Exsudates abtrennen, während wir bei Pericarditis exsudativa den Kernschatten des Herzens wohl niemals erkennen können. Bei den ganz vereinzelt mitgeteilten derartigen Fällen dürfte es sich wohl um eine Pleuritis mediastinalis oder einen Senkungsabszeß der Wirbelsäule gehandelt haben. Schließlich kann zur Unterscheidung von Pericarditis und Pleuritis mediastinalis auch die Lufteinblasung von Wert sein, worauf Kuhlmann hingewiesen hat. Bei einer Perikarditis erstreckt sich das Niveau quer über den ganzen Herzschatten, während es bei Pleuritis mediastinalis nur auf der einen Seite zu sehen ist. Differentialdiagnostisch dürften auch die vom vorderen Mediastinum sich entwickelnden Eiterungen, die die Lungen lateralwärts verdrängen, und auch extrapleurale, mehr oder weniger an der vorderen Brustwand fortkriechende Eiterungen differentialdiagnostische Schwierigkeiten bereiten. Vielleicht kann in diesen Fällen die frontale Aufnahme eine Klärung bringen, insofern als der Retrosternalraum beschattet ist. Zu beachten ist auch, daß ein im hinteren pleuromediastinalen Spalt sich entwickelndes Exsudat sich, wie Groedel (Abb. 21, 22) das einmal sah, durch die von Brauer beschriebene schwache Stelle des Mediastinums in das andere Lungenfeld vorwölben und hier als Schatten imponieren kann. Man darf sich nicht verleiten lassen, in solchen Fällen ein doppelseitiges Exsudat anzunehmen.

Pneumonie.

Die kruppöse Pneumonie ruft im Röntgenbild einen homogenen, gleichmäßigen Schatten hervor, der nach dem Röntgenbild allein nicht ohne weiteres von Infiltrationen anderer Ätiologie zu unterscheiden ist. Jedoch ist das klinische Bild der Pneumonie beim Erwachsenen meist so eindeutig, daß bei Berücksichtigung desselben wohl keine diagnostischen Irrtümer unterlaufen können. Nur in bezug auf die Lokalisation kommen leicht Fehldiagnosen vor, wenn man



Oberlappen Mittellappen Unterlappen
Pneumonie der r. Lunge bei frontalem Strahlengang.



Oberlappen Unterlappen
Pneumonie der l. Lunge bei frontalem Strahlengang.

Abb. 23.

sich auf die Untersuchung in sagittaler Strahlenrichtung beschränkt, da sich hier die verschiedenen Lappen zum Teil decken. Das frontale Bild gibt uns jedoch über diesen Punkt volle Aufklärung (Abb. 23). Röntgenologisch läßt sich die pneumonische Infiltration bereits vor dem Auftreten von auskultatorischen und perkussorischen Erscheinungen nachweisen, bei Kindern oft tagelang vorher. Im ersten Beginn, sowie bei den sogenannten Eintagspneumonien sehen wir um den Hilus herum eine meist diffuse, unter Umständen aber ziemlich scharf umschriebene Verdichtung, die mit einem Hilusdrüsentumor verwechselt werden kann. Ist nicht der ganze Lappen infiltriert, sondern nur ein

Teil, und reicht diese Infiltration bis an die Lappengrenze heran, mit einer scharfen Linie abschneidend, so kann, namentlich bei Infiltrationen an der Basis des rechten Oberlappens, ein interlobärer Erguß vorgetäuscht werden. In diesem Falle wird meist die obere Grenze unschärfer und unregelmäßiger sein, als es bei einem interlobären Erguß der Fall zu sein pflegt. Ebenso wenig darf eine Mittellappenpneumonie, Abb. 24, die eine scharfrandige obere, quer verlaufende Begrenzung zeigt, mit einem interlobären Erguß verwechselt werden.

Bei Lösung der Pneumonie treten an einzelnen Stellen, meist zunächst in den medianen Partien, Aufhellungen auf, die nicht als Zerfallserscheinungen gedeutet werden dürfen. Auch nach Lösung der Pneumonie bleibt noch lange Zeit in den befallenen Partien ein leichter Schleier, sehr häufig auch eine verstärkte Strangzeichnung, verbunden mit einer stärkeren Schwellung der Hilusdrüsen der entsprechenden Seite zurück, ein Befund, aus dem zuweilen fälschlicherweise eine Tuberkulose diagnostiziert wird.

Ganz besonders hartnäckig pflegen solche Residuen bei Grippepneumonie zu sein, wo sie noch nach Monaten angetroffen werden können.

Besondere Schwierigkeiten kann sowohl klinisch wie röntgenologisch die Diagnose der Pneumonie mit verzögerter Lösung, sowie die chronische Pneumonie resp. Lungeninduration bereiten. Wir sehen dann in den betreffenden Partien derbe Schattenstreifen oder vollkommen homogene Schatten, bei längerem Bestehen auch ziemlich erhebliche Schrumpfungerscheinungen, ein Befund, der nicht als Tuberkulose gedeutet werden darf.

Bei unkomplizierten, klinisch klaren Fällen von kruppöser Pneumonie ist es im Interesse der Kranken nicht zu verantworten, eine Röntgenuntersuchung vorzunehmen. Dagegen kann uns dieselbe bei klinisch unklaren Fällen außerordentlich wertvolle Dienste leisten. Es sei hier an die manchmal recht schwierige Differentialdiagnose mit Typhus, Meningitis, Sepsis, Miliartuberkulose erinnert. Besonders ist darauf hinzuweisen, daß bei Kindern im Anfang der Erkrankung bei noch vollkommen negativem Lungenbefund Erscheinungen von seiten des Abdomens, wie Erbrechen, Durchfälle, Meteorismus, Schmerzhaftigkeit des MacBurneyschen Punktes, also Erscheinungen, die sehr leicht für eine Appendizitis und eventuell Perforationsperitonitis gehalten werden können, im Vordergrund des Krankheitsbildes stehen. Ein Blick auf den Leuchtschirm wird durch Nachweis des pneumonischen Herdes die richtige Diagnose ermöglichen und den Kranken vor einer eventuell folgeschweren Operation bewahren.

Ähnlich der Pneumonie bewirkt auch der Lungeninfarkt eine gleichmäßige Verschleierung der betreffenden befallenen Partien. Er wird im allgemeinen bei geeigneter Durchleuchtungsrichtung an seiner dreieckigen, mit der Basis nach außen liegenden Gestalt zu erkennen sein bei gleichzeitigem Nachweis eines Herzfehlers.

Auch Atelektase bewirkt eine gleichmäßige Verschleierung der betreffenden Lungenpartien. Betrifft die Atelektase größere Lungenpartien, z. B. bei einer Bronchostenose, so sehen wir fast stets ein erhebliches vikariierendes Emphysem der anderen Seite und eine Verlagerung des Herzens und Mediastinums nach der kranken Seite zu, die im Inspirium besonders ausgeprägt ist.

Die Bronchopneumonie zeigt auf der Röntgenplatte kleine Herdchen von verschiedener Form und Größe, die unscharf begrenzt sind und Neigung zur Konfluenz haben. Sie können eine große Ähnlichkeit mit der exsudativen

Tuberkulose zeigen, und namentlich bei kleinen Kindern ist häufig diese Differentialdiagnose auf Grund der Platte gar nicht zu stellen. Unter Umständen können diese Herdchen so klein und so gleichmäßig über das Lungenfeld verstreut sein, daß eine Verwechslung mit Miliartuberkulose möglich ist. Zu erwähnen ist auch, daß bei kleinen Kindern durch das gleichzeitige Auftreten von emphysematös geblähten Lungenteilchen zwischen den Herdchen die Schattenwirkung der pneumonischen Herdchen vollkommen aufgehoben werden kann, so daß in solchen Fällen eine Bronchopneumonie, namentlich auf nicht sehr kontrastreichen Platten, vollkommen übersehen werden kann. Erschwerend kommt bei der Untersuchung von Säuglingen noch hinzu, daß bei diesen durch den relativ großen Herzschatten und die engstehenden Rippen sowieso schon der größte Teil der Lungenfelder verdeckt ist und uns nur ganz schmale Partien zwischen den Rippen zur Beurteilung zur Verfügung stehen.

Lungenabszeß und Gangrän können das gleiche Röntgenbild ergeben. Ist die Einschmelzungshöhle vollkommen mit Flüssigkeit gefüllt oder liegt nur eine kleine Höhle inmitten einer sehr starken Infiltration vor, so sehen wir lediglich eine unscharf umschriebene pneumonische Verdichtung von größerer oder kleiner Ausdehnung. Ist jedoch eine große, zum Teil mit Gas gefüllte Höhle vorhanden, so wird ein charakteristisches Bild erzeugt. Wir sehen dann inmitten der Verdichtung eine Aufhellung mit horizontalem Flüssigkeitsspiegel. Die Abszeßhöhlen haben meist eine ziemlich kreisrunde Gestalt mit sich ziemlich scharf markierender geradliniger Membran, während die Gangränhöhlen, namentlich in frischen Fällen, weniger scharf begrenzt und unregelmäßiger und buchtiger gestaltet sein können. Doch bieten diese Kriterien kein unbedingt zuverlässiges Unterscheidungsmerkmal. Unter Umständen kann einmal die Differentialdiagnose gegenüber einer tuberkulösen Kaverne in Frage kommen. Wir finden in seltenen Fällen einmal isolierte, tuberkulöse Kavernen mit nur geringfügigen tuberkulösen Verdichtungen in der Umgebung, die auf nicht einwandfreien Platten leicht übersehen werden können. Bei tuberkulösen Kavernen ist aber fast niemals ein horizontaler Flüssigkeitsspiegel vorhanden. Das zähe tuberkulöse Sekret haftet an den Wandungen und sammelt sich nicht wie der dünnflüssige Eiter des Abszesses oder die Jauche der Gangrän am tiefsten Punkte an.

Daß die für das operative Vorgehen so wichtige Lokalisation eines Zerfallsherd in der Lunge auf Grund einer einzelnen Röntgenplatte nicht möglich ist wegen der unter Umständen sehr starken Projektionsverzeichnung, ist selbstverständlich. Es ist hierzu die Untersuchung in zwei zueinander senkrecht

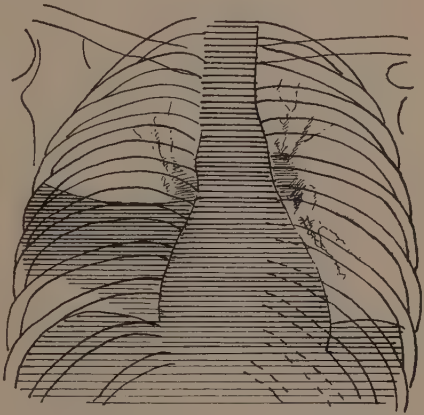


Abb. 24. Mittellappenpneumonie, charakteristisch die obere scharfe Begrenzungslinie und das Freibleiben des unteren seitlichen Winkels des Lungenfeldes. (Vgl. Abb. 8.)

stehenden Strahlenrichtungen, also einer frontalen und sagittalen Richtung, erforderlich und Markierung der Schatten mit zentralem Strahl bei den verschiedenen Projektionsrichtungen auf die Haut, was man am einfachsten erreicht durch Untersuchung mittels maximal eingengter Blende bei gut zentrierter Röhre. Auch stereoskopische Aufnahmen können wertvolle Dienste leisten, besonders wenn man die Verschiebung der Röhre nicht in horizontaler, sondern in senkrechter Richtung vornimmt, wodurch der plastische Effekt wesentlich erhöht wird.

Lungentumoren.

Die bei weitem am häufigsten vorkommenden und praktisch wichtigsten Tumoren der Lunge sind die primären Bronchialkarzinome. In der Mehrzahl der Fälle nehmen sie ihren Ursprung vom Bronchialepithel eines großen Bronchus in Hilusgegend und breiten sich von dort aus über einen Lappen, manchmal auch über mehrere, weiter aus, schließlich zu dichten, homogenen Verschattungen des ganzen Lappens führend. Im Beginn finden wir das Bild eines Hilustumors, welcher streifige Fortsätze in das Lungengewebe hinein sendet, nicht selten aber auch ziemlich scharf begrenzt sein kann. In diesem Stadium ist eine Verwechslung mit Hilusdrüenschwellungen mannigfaltigster Ätiologie und sogar Aneurysma (Abb. 25—27) möglich. Bei weiterem Wachstum wölbt sich der Schatten immer weiter in das Lungengewebe vor. Dabei kann der Schatten viel ausgedehnter sein, als es der Größe des Tumors entspricht, nämlich wenn es durch Verlegung von Bronchialästen zu Atelektase kommt. Nicht selten erfolgt die Ausbreitung, namentlich bei Oberlappentumoren, entlang der Basis des Lappens (Abb. 10, 11, 14). Besonders wenn sich der Prozeß auf der rechten Seite entwickelt, kann hier ein Bild erzeugt werden, welches einem interlobären Exsudat in der Mittelspalte außerordentlich ähnelt. Jedoch pflegt in solchen Fällen die nicht an den Interlobärspace anstoßende Grenzfläche nicht annähernd geradlinig, sondern unregelmäßig und gewellt begrenzt zu sein. Bei vollkommenen Infiltrationen eines Lappens entstehen Bilder, die mit einer Pneumonia crouposa und Pneumonia caseosa verwechselt werden können (Abb. 28, 30). Bei letzterer finden wir jedoch keine Schrumpfung der betreffenden Brustkorbpforten, die wir beim Karzinom niemals vermissen. Größere Schwierigkeiten kann jedoch, wie schon erwähnt, die Differentialdiagnose gegenüber chronischer Pneumonie und Lungenzirrhose bereiten. Ausschlaggebend ist der klinische Befund und der Nachweis der charakteristischen Fettkörnchenkugeln im Sputum. Ähnliche differentialdiagnostische Erwägungen sind bei Unterlappenkarzinomen anzustellen. Zerfallshöhlen sind bei Lungenkarzinomen relativ selten im Röntgenbild nachweisbar, weil sie meist von einer dicken Schicht Tumorgewebe allseitig umgeben sind und so infolge mangelnden Kontrastes dem Nachweis zu entgehen pflegen. Treten sie im Röntgenbild in Erscheinung, so kann die Differentialdiagnose gegenüber der Tuberkulose besonders schwierig werden. Zu erwähnen ist noch, daß Lungenkarzinom und Lungentuberkulose gar nicht allzuselten kombiniert vorkommen.

Nimmt das Karzinom seinen Ursprung von der Schleimhaut eines kleineren Bronchus oder dem Alveolarepithel, so sehen wir, wenn dasselbe sich von da aus noch nicht über größere Partien des Lappens ausgedehnt hat, eine meist ziem-

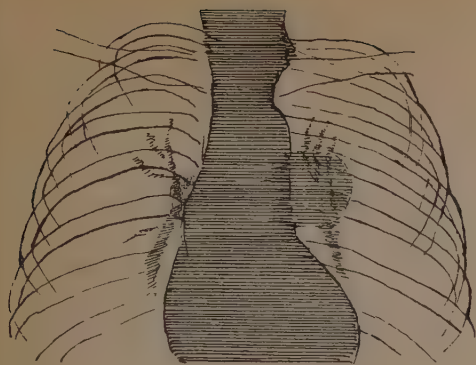


Abb. 25. Bronchialkarzinom von einem Hauptbronchus ausgehend. Die Begrenzung nach dem Lungenfeld zu ist in diesem Fall ungewöhnlich scharf. (Vgl. Abb. 26.)

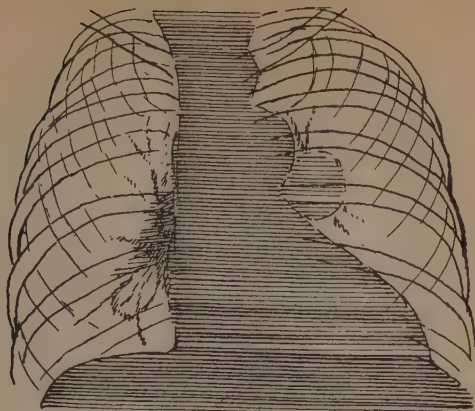


Abb. 26. Aneurysma am Übergang vom Bogen in die Aorta descendens. (Kann leicht mit Hilusdrüsentumor oder beginnendem Bronchialkarzinom verwechselt werden.) (Vgl. Abb. 25.)

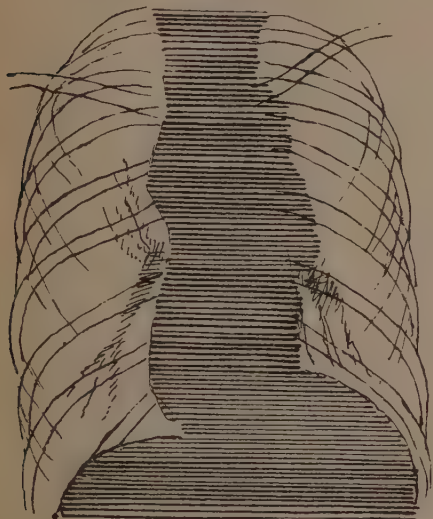


Abb. 27. Bronchialkarzinom, entlang dem mediastinalen Pleuraspalt sich ausbreitend (Verwechslung mit Mediastinaltumor vor Aneurysma möglich).

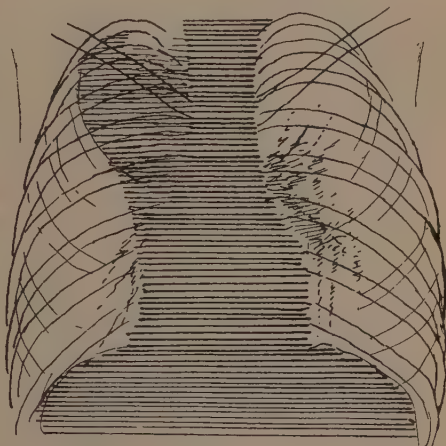


Abb. 28. Bronchialkarzinom, Ausbreitung über den Oberlappen. Die Schrumpfung der dem Tumor entsprechenden Brustwandpartien ist auf der Skizze nicht zum Ausdruck gebracht.

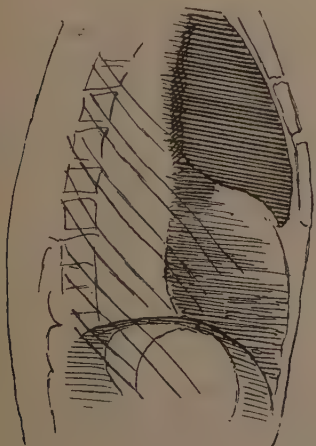


Abb. 29. Bronchialkarzinom, den vorderen Teil des rechten Oberlappens infiltrierend (Seiten verkehrt gezeichnet).

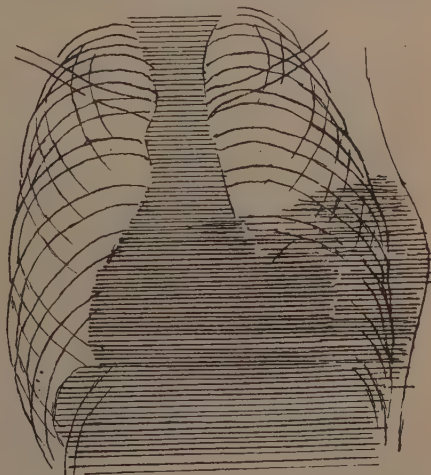


Abb. 30. Bronchialkarzinom, den Unterlappen infiltrierend. Der Tumor ist durch die Brustwand durchgewachsen.

lich scharf umschriebene Verdichtung mitten im Lungengewebe (Abb. 31—33), ein Bild, welches auch andere, namentlich metastatische Tumoren, vor allen Dingen Sarkom oder Hypernephrom erzeugen können. Auch ein pneumonischer Herd ohne erkennbare Höhle resp. Abszeß sowie Echinokokkus kommt in Frage. Allerdings pflegt bei pneumonischen Herden die Begrenzung weniger scharf und die Schattenbildung geringer zu sein wie bei Karzinom, während wir bei Echinokokkus kreisrunde, sehr scharf begrenzte Schatten haben.

Die zweite Form der Bronchialkarzinome, das vom Hilus aus in den Lymphspalten fortkriechende Karzinom, welches sich im Anschluß an ein kleines, primäres Bronchialkarzinom, doch auch metastatisch, besonders nach Magenkarzinom entwickeln kann, ist bereits früher beschrieben und daselbst auf die Verwechslungsmöglichkeiten mit bestimmten Formen der Tuberkulose hingewiesen. Ebenso ist daselbst erwähnt, daß die extrem seltenen Fälle von echter Miliarkarzinose sich röntgenologisch nicht von einer Miliartuberkulose unterscheiden lassen.

Die Karzinommetastasen in der Lunge rufen die mannigfaltigsten Bilder hervor (Abb. 36, 37, 38). Charakteristisch ist im allgemeinen die regellose Zerstreuung von Herdschatten von verschiedener Gestalt und Größe über die Lungenfelder. Zuweilen können dieselben so angeordnet sein, daß ein der Tuberkulose außerordentlich ähnliches Bild entsteht (Abb. 36). Allerdings pflegen wir bei Karzinommetastasen die Hauptmasse der Herde mehr in den unteren Partien der Lunge, bei Tuberkulose dagegen in den oberen zu finden. In anderen selteneren Fällen beobachtet man meist isolierte, kreisrunde, scheibenförmige Schatten (Abb. 37, 38), die durchaus das Bild einer Echinokokkusblase (Abb. 39) hervorrufen können. Ähnliche, wenn auch selten so kreisrunde Schattenbildungen können Lungensarkome erzeugen (Abb. 40). Scharf umschriebene, homogene Schatten verursachen ebenfalls die Brustwandtumoren (Abb. 41, 42). Sie sind von den Lungentumoren zu unterscheiden durch den Nachweis des Zusammenhanges mit dem Brustkorb. Auch werden wir auf guten Blendenaufnahmen meistens eine zerstörte Rippenpartie als Ausgangsort nachweisen können. Unter Umständen können derartige Brustwandtumoren ein ganz ähnliches Bild ergeben wie abgesackte pleuritische Exsudate (Abb. 5). Im Zweifelsfalle wird eine exakt ausgeführte Punktion den Ausschlag geben.

Die Erkrankungen des Zwerchfells.

Die beiden Zwerchfellhälften bilden für gewöhnlich einen schön geschwungenen Bogen, dessen Ansätze unter einem spitzen Winkel vom Rippenbogen abgehen. Nicht selten sind namentlich rechts statt einem zwei kuppelförmige Bogen zu sehen, deren Schnittpunkt der Grenze vom muskulären und sehnigen Teile des Zwerchfells entspricht. Durch verschiedenen Kontraktionszustand der verschiedenen Muskelbündel kann eine direkt wellige Kontur entstehen. Derartige Befunde dürfen nicht mit Adhäsionen verwechselt werden. Eine Ausfüllung des Winkels zwischen rechtem Vorhoffbogen und Zwerchfell durch einen homogenen, außen durch eine senkrecht oder leicht schräg verlaufende Linie begrenzten Schatten ist nicht pathologisch, sondern durch die Vena cava inferior bedingt. Bei ruhiger Atmung senkt sich die Kuppe des Zwerchfells um 1—2 cm, die Gestalt bleibt annähernd unverändert. Bei tiefer Inspiration

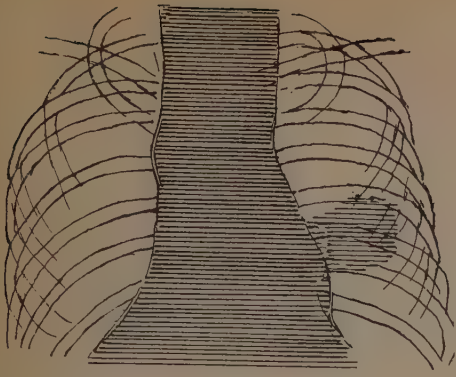


Abb. 31. Primäres Lungenkarzinom, inmitten eines Lungenlappens entstanden. (Metastatische Tumoren können ebenfalls in dieser Form auftreten.) (Vgl. Abb. 38, 39.)

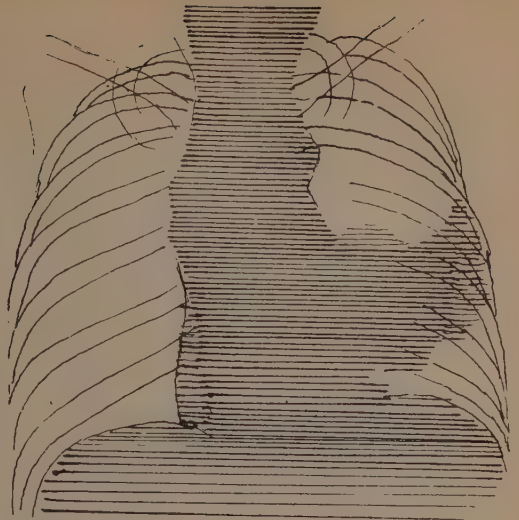


Abb. 32. Primäres Lungenkarzinom, inmitten des Unterlappens liegend. Nach dieser sagittalen Aufnahme würde man den üblichen Ausgang von einem Hauptbronchus annehmen. Auch an ein interlobäres Exsudat kann man denken. Die Aufklärung brachte die frontale Aufnahme Abb. 33.



Abb. 33. Primäres Lungenkarzinom im Unterlappen. Derselbe Fall wie Abb. 32 bei frontalem Strahlengang.

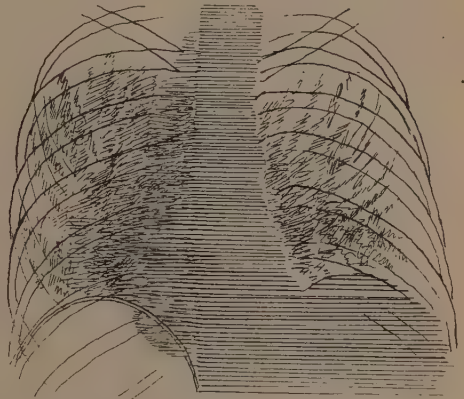


Abb. 34. Lymphangitische Karzinose im Anschluß an ganz kleines primäres Bronchialkarzinom.



Abb. 35. Metastatische Karzinomknoten auf der Pleura nach Ablassen des Exsudates und Anlegung eines Pneumothorax.

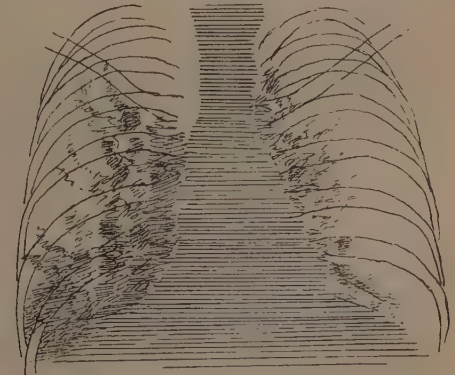


Abb. 36. Metastatisches Lungenkarzinom. Regellos zerstreute unregelmäßige Verdichtungen, namentlich in den unteren Lungenpartien.

wird dasselbe abgeflacht, der phrenikokostale Winkel entfaltet. Bei kostaler Atmung und gleichzeitigem Einziehen der Bauchdecken sehen wir, daß bei der Inspiration das Zwerchfell nicht tiefer tritt oder nach geringem anfänglichen Tiefertreten wieder nach oben steigt. Wir dürfen einen derartigen Bewegungsmodus nicht mit einer durch Zwerchfellähmung bedingten paradoxen Atmung verwechseln. Bei der Durchleuchtung in frontalem Strahlengange sehen wir in solchen Fällen, daß der vordere Teil mit seinen Ansätzen an Brustbein und Rippen bei der Inspiration gehoben wird, während der hintere Teil deutlich tiefer tritt. Bei Zwerchfellähmung hingegen hebt sich das ganze Zwerchfell inspiratorisch. Ungenügende inspiratorische Senkung des Zwerchfells bei normalem expiratorischen Stande (Williamsches Phänomen) ist kein beweisendes Anzeichen für beginnende Tuberkulose. Ebenso wenig darf man aus dem häufig vorkommenden Nachhinken der medianen Zwerchfelhälfte, wie Kaestle es behauptet, eine Hilusdrüsentuberkulose diagnostizieren. Eine einseitig vermehrte inspiratorische Verschieblichkeit des Zwerchfells ist immer ein Beweis für eine krankhafte Veränderung der anderen Seite. Verminderte Beweglichkeit des Zwerchfells bei sonst normaler Form kann bedingt sein durch oberflächliche, kostale Atmung oder durch Schonen der betreffenden Thoraxhälfte wegen Schmerzen bei tiefer Atmung, etwa bei Pleuritis sicca. Tiefstand der beiden Zwerchfelhälfte sowie Abflachung derselben und verminderte respiratorische Verschieblichkeit finden wir bei Emphysem und allgemein bei alten Individuen. Doppelseitiger Hochstand des Zwerchfells mit Querlagerung und dadurch vorgetauschter Verbreiterung des Herzens mit etwas verminderter, aber in normalem Sinne erfolgender Zwerchfellbewegung ist bei Adipositas zu beobachten. Ein pathologischer Hochstand der rechten Zwerchfelhälfte ist bedingt durch Vergrößerung der Leber infolge Stauung oder durch einen über die Kuppe hervorspringenden Tumor, z. B. Echinokokkus, ferner durch subphrenischen Erguß. In letzterem Falle werden wir häufig eine Beschattung des Pleurasinus durch sympathischen Erguß finden, ferner bei Zwerchfellähmung. In letzterem Falle besteht gleichzeitig eine paradoxe Atmung. Ein durch Lungenschrumpfung oder Pleuraadhäsion bedingter Zwerchfelhochstand wird wohl kaum zu Verwechslung Anlaß geben.

Ein ziemlich hochgradiger Hochstand des linken Zwerchfells evtl. mit Verlagerung des Herzens nach rechts darf nicht ohne weiteres als Relaxatio diaphragmatica oder Hernie angesprochen werden. Wir finden denselben bei abnormer, bei der Durchleuchtung leicht festzustellender Gasansammlung im Magen oder Flexura lienalis, sowie bei allgemeinem Meteorismus. Die Exkursionsfähigkeit pflegt in solchen Fällen etwas vermindert zu sein, aber wir sehen niemals eine paradoxe Atmung. Abnormer Zwerchfelhochstand besteht auch bei Pleuritis diaphragmatica. In diesem Falle ist das Zwerchfell ruhiggestellt oder bewegt sich paradox. Außerdem werden wir beobachten, daß sich die Rippen bei der Inspiration auf der kranken Seite kaum oder jedenfalls bedeutend weniger wie auf der gesunden Seite heben. Bei Luft- oder Gasansammlungen in der freien Bauchhöhle sind die beiden Zwerchfelhälfte mehr oder weniger nach oben vorgewölbt, Leber und Milz vom Zwerchfell abgedrängt, ebenso die Kuppe der Magenblase und der Flexura lienalis. Es sei bemerkt, daß man nach Laparotomie zuweilen noch ziemlich lange Luft unter dem Zwerchfell nachweisen kann. In einem Falle fand ich noch 8 Tage nach

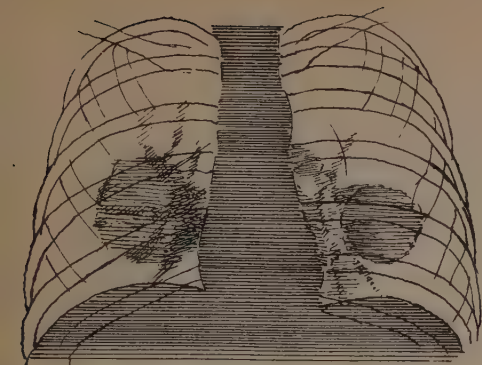


Abb. 37. Metastatische Karzinomknoten in der Lunge. (Verwechslung mit Echinokokkus möglich.) Vor einem Jahr Mamma wegen Karzinom amputiert. (Vgl. Abb. 39.)

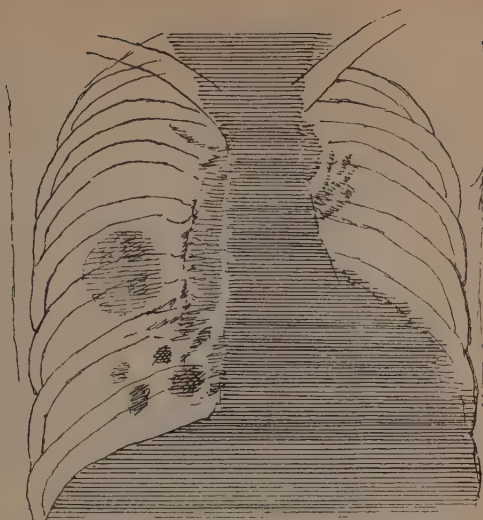


Abb. 38. Primäres, vom Hilus ausgehendes Bronchialkarzinom mit metastatischen Karzinomknoten in der Lunge.

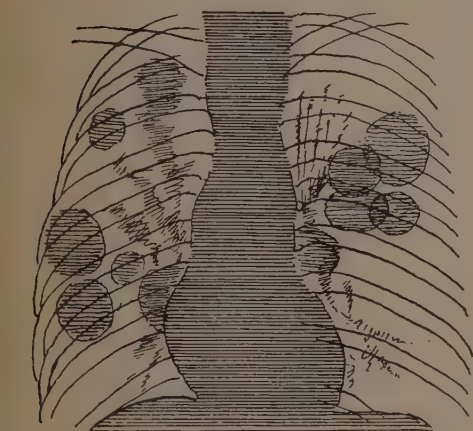


Abb. 39. Multiple Echinokokkusblasen in der Lunge.

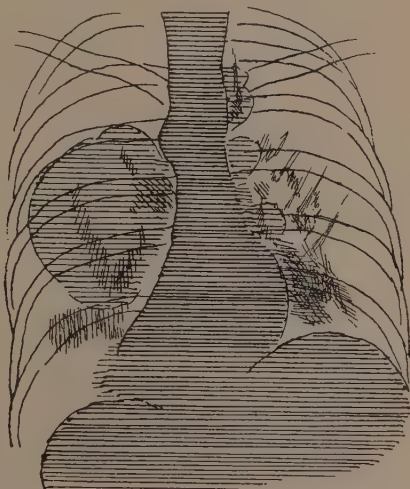


Abb. 40. Sarkometastasen in der Lunge nach Sarkom des Schultergürtels.

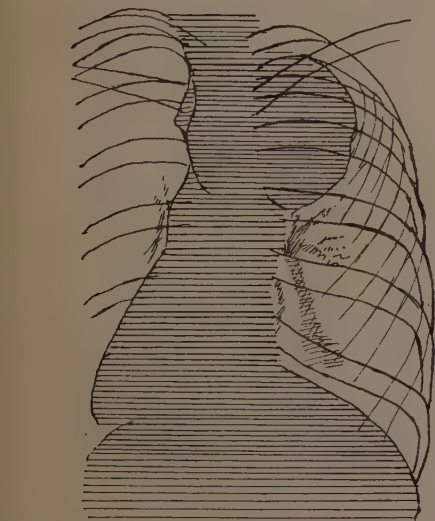


Abb. 41. Sarkom der Wirbelsäule.

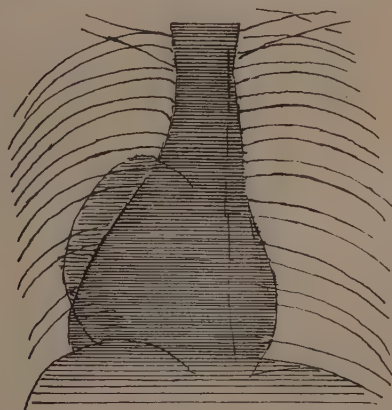


Abb. 42. Sarkom von Rippen ausgehend.

der Laparotomie ein Pneumoperitoneum. In einem anderen Falle war noch 4 Wochen nach Anlegung eines Pneumoperitoneums reichlich Luft in den Bauchhöhlen nachzuweisen. Bei Perforation eines Magenulkus kann es zu Gasansammlung unter dem Zwerchfell ohne Infektion des Peritoneum und Entstehen eines subphrenischen Abszesses kommen. Die Gasmenge ist dabei zuweilen so gering, daß man nur bei Untersuchung im Stehen und bei ganz bestimmter Röhrenstellung die Luftschicht zwischen Leber und Zwerchfell erkennen kann, anderenfalls sie dem Nachweis entgeht. Bei gashaltigem subphrenischen Abszeß sehen wir unter dem hochgedrängten Zwerchfell einen horizontalen, beim Schütteln Wellen gebenden Flüssigkeitsspiegel. Dieser Befund kann mit einer sehr großen im Unterlappen liegenden Abszeß- oder Gangränhöhle verwechselt werden.

Sehr leicht kann die *Hernia diaphragmatica* mit der *Relaxatio diaphragmatica* verwechselt werden. Maßgebend für die Diagnose ist der Nachweis, ob eine Lücke im Zwerchfell vorhanden ist, durch die den Bruchinhalt bildende Eingeweide — Magen und Dickdarm — in die Brusthöhle hineintreten, oder ob das erschlaffte und weit in die Brusthöhle hinein vorgewölbte Zwerchfell, in dessen Ausbuchtung wir den stark geblähten Magen und Dickdarm finden, in seiner Kontinuität erhalten ist. So einfach diese Unterscheidung zu sein scheint, so schwierig und zuweilen unmöglich ist sie in der Praxis. Es ist oft nicht zu unterscheiden, ob die weit in die Brusthöhle vorgewölbte bogenförmige Linie von der Magenwand allein oder von Zwerchfell plus Magenwand gebildet wird. Als Unterscheidungsmerkmal ist angegeben worden, daß eine paradoxe Verschiebung der Bogenlinie bei der Atmung für Hernie, eine normale für *Relaxatio* spricht, weil bei einer Hernie, durch den verstärkten negativen Druck in der Brusthöhle bei der Inspiration die Baucheingeweide tiefer in die Brusthöhle hineingesaugt werden. Es ist aber ohne weiteres klar, daß eine Ansaugung nicht erfolgen kann, wenn die Baueingeweide mit der Bruchpforte verwachsen sind. Auf der anderen Seite muß aber auch bei der *Relaxatio diaphragmatica* eine paradoxe Atmung des Zwerchfells vorhanden sein, wenn dasselbe vollkommen gelähmt ist, was für eine große Anzahl der Fälle zutrifft. So können wir auch in einer Reihe von Fällen von *Relaxatio* eine paradoxe, in anderen eine normalsinnige Bewegung des Zwerchfells feststellen. Eine gewisse Unterscheidungsmöglichkeit bietet uns die Veränderung des Bildes beim Einpumpen oder Absaugen von Luft aus dem Magen (Beetz). Bei der Hernie sehen wir, wenn der Magen mit Luft gefüllt ist, oberhalb der Luftblase eine regelmäßig geformte Bogenlinie. Wird die Luft entleert, so nimmt sie eine unregelmäßige Gestalt ein, während bei *Relaxatio* die regelmäßige Bogenlinie auch nach Auspumpen der Luft aus dem Magen erhalten bleiben muß. In Zweifelsfällen ist eine Entscheidung in sehr eindrucksvoller Weise oft durch Anlegung eines Pneumoperitoneums herbeizuführen. Wenn das Gas durch die Zwerchfelloffnung hindurchdringt und zu einem Pneumothorax führt, ist der unwiderstehliche Beweis erbracht, daß eine *Hernia diaphragmatica spuria* vorliegt. Das Verfahren muß jedoch versagen, wenn eine vollkommene Verwachsung der Bruchpforte eingetreten ist. Eine *Hernia diaphragmatica vera*, bei der ein durch das Peritoneum gebildeter Bruchsack vorhanden ist, ist meines Wissens noch nicht mit Pneumoabdomen untersucht worden. In solchen Fällen kann es selbstverständlich nicht zu einem Pneumothorax kommen.

Wir dürfen wohl vermuten, daß der Bruchsack nach Luftaufblasung des Abdomens dann ebenfalls an Ausdehnung zunehmen wird und die Eingeweide wohl in das Abdomen zurücksinken werden, falls keine Verwachsungen oder Einklemmungen an der Bruchpforte bestehen. Durch die in letzter Zeit bei geeigneten Fällen von Lungentuberkulose häufiger ausgeführte Phrenikotomie wird das charakteristische Bild der Relaxatio diaphragmatica mit paradoxer Bewegung des Zwerchfells hervorgerufen. Das Herz wird in solchen Fällen meist nicht verdrängt, weil die bestehenden Adhäsionen es am Ausweichen verhindern.

Die Erkrankungen des Mediastinums.

Raumbeengende Prozesse im oberen Teile des Mediastinums können durch eine vergrößerte Thymusdrüse, durch eine Struma substernalis, durch Eiterung im Mediastinum, durch Aneurysmen der Subklavia sowie durch von der Wirbelsäule ausgehende Tumoren und Abszesse verursacht sein. Die Differentialdiagnose ist durchaus nicht immer ganz einfach und nicht selten unterlaufen Fehldiagnosen. Was zunächst den Thymus anbetrifft, so ist zu sagen, daß ein normaler Thymus im Röntgenbild auch bei kleinen Kindern nicht zu erkennen ist. Ein vergrößerter Thymus kann zu einer gleichmäßigen, scharf begrenzten Verbreiterung des Mittelschattens führen. In diesen Fällen ist die Diagnose jedoch sehr schwer zu stellen und große Vorsicht und Zurückhaltung geboten. Man muß nämlich wissen, daß namentlich bei ganz jungen Kindern der Mittelschatten schon an und für sich recht breit ist und beim Schreien infolge starker Füllung der Gefäße, namentlich der Vena cava superior, noch mehr anschwellen kann. Man wird also, namentlich wenn die Verbreiterung sich nach rechts erstreckt, in erster Linie an Täuschungsmöglichkeiten denken müssen. Sicherlich sind eine große Reihe der namentlich von französischer Seite beschriebenen Fälle keine Thymushypertrophien gewesen, sondern durch die beschriebenen Umstände vorgetäuscht worden. Vom Hals aus in das vordere Mediastinum sich heruntersenkende Abszesse können dasselbe Bild erzeugen, ebenso wie ich einen ganz analogen Befund bei einer Mediastinitis acuta beobachten konnte. Dagegen entstehen zuweilen bei Thymushypertrophie charakteristische Schattenbildungen, worüber kürzlich Vogt berichtet hat, dessen Beobachtungen allerdings laut einer brieflichen Mitteilung von ihm nur Kinder in den allerersten Lebenstagen betreffen. Bei der am häufigsten vorkommenden knolligen Form wird der Gefäßschatten und die Herzbasis unregelmäßig verbreitert. Die Lappen der Thymus können unter Umständen weit herab bis beinahe zum Zwerchfell reichen und auf einer oder beiden Seiten den Herzschaten überragen, so daß unter Umständen sogar eine Herzhypertrophie oder Pericarditis exsudativa differentialdiagnostisch in Betracht kommen kann. Besonders ist dies möglich bei den allerdings seltenen Fällen von Thymoptose. Zuweilen ist die Thymusdrüse auch asymmetrisch entwickelt und wölbt sich dann nur auf einer Seite knollig über den Herz- und Gefäßschatten vor. Bei den gestielten Formen kann sich die Drüse mit flachen Lappen über das Herz ausbreiten, wodurch nicht nur die Vorhöfe, sondern auch der obere Teil der Kammern bedeckt werden können. Wir sehen dann im Röntgenbild einen Schatten, der flügelartig dem Gefäßschatten und oberen Teile des Herzschatens aufsitzt. Meist geben die seitlichen Ausläufer des Drüsenschattens

einen weniger dichten Schatten wie das Herz selber. Beim Erwachsenen ist ein Tumorschatten im oberen Mediastinum Abb. 43) bei weitem am häufigsten durch eine substernale Struma bedingt. Wir sehen in solchen Fällen eine ovale oder nach oben sich dreieckig verbreiternde, der Aorta aufsitzende Schattenbildung. Der Aortenbogen ist meist etwas nach unten gedrängt. Eine kleine Struma substernalis kann bei der Untersuchung leicht übersehen werden. In solchen Fällen kann die Berücksichtigung der Trachea uns auf die richtige Fährte leiten. Das helle Band derselben ist meist auch schon bei kleinen substernalen Strumen zur Seite verdrängt und nicht selten säbelscheidenförmig verengt. Große Schwierigkeiten kann die Differentialdiagnose der Struma substernalis gegenüber einem von der oberen Seite des Aortenbogens sich entwickelnden Aneurysma oder einem Aneurysma der Subklavia bereiten. Daß das Fehlen von Pulsationserscheinungen nicht gegen ein Aneurysma spricht, ist bekannt. Sehen wir gleichzeitig auch an der Aorta ascendens oder descendens eine diffuse Dilatation, so werden wir im allgemeinen den im oberen Mediastinum gelegenen Strumaschatten als ein Aneurysma ansprechen dürfen. Ferner werden wir in den meisten Fällen beobachten können, daß bei der Struma substernalis der Aortenbogen nach unten gedrängt ist, während er beim Aneurysma hochsteht. Schließlich wird in der Mehrzahl der Fälle von substernaler Struma ein Kropf am Hals vorhanden sein und sich ein Zusammenhang zwischen diesen beiden Schatten feststellen lassen. So wird es wohl fast immer möglich sein, eine exakte Diagnose zu stellen. Erwähnt sei noch, daß man bei Struma substernalis gar nicht selten eine diffuse Trübung der Spitzenfelder findet, die nicht etwa für eine Spitzentuberkulose gehalten werden darf, namentlich wenn leichte thyreotoxische Erscheinungen und durch die Kompression der Spitzen bedingte physikalische Erscheinungen klinisch den Verdacht auf eine Spitzentuberkulose erwecken.

Die Tumoren der Wirbelsäule — (Abb. 41) in Frage kommen namentlich Sarkome — erzeugen ebenfalls eine bei sagittaler Durchleuchtung in das Lungenfeld meist einseitig hinein vorspringende, gegen dasselbe scharf begrenzte Verbreiterung des Mittelschattens. Die Durchleuchtung in verschiedenen Richtungen und der dadurch zu erbringende Nachweis des Zusammenhanges mit der Wirbelsäule, evtl. eine Bestimmung der Tiefenlage mit der Holzknechtischen Blendenrandmethode wird uns vor Verwechslung mit einer Struma substernalis schützen.

Senkungsabszesse der Wirbelsäule erzeugen einen annähernd spindelförmigen, fast immer nach beiden Seiten hin sich ausbreitenden Schatten, der ebenfalls durch Durchleuchtung in verschiedenen Richtungen als mit der Wirbelsäule in Zusammenhang stehend erkannt werden kann. Außerdem fehlt in solchen Fällen fast niemals ein kariöser Zusammenbruch eines Wirbels meist in der Höhe, die der größten Breitenausdehnung des Abszeßschattens entspricht. Durch eine Blendenaufnahme der Wirbelsäule sind diese Verhältnisse unschwer darzustellen. Zudem kommen solche Senkungsabszesse selten in den oberen und meist in den unteren und mittleren Teilen der Wirbelsäule vor und sind schon mit einer mediastinalen Pleuritis oder einer Perikarditis mit sichtbarem Kernschatten des Herzens, den es allerdings meiner Ansicht nach nicht gibt, verwechselt worden. Bemerkt sei, daß der Schatten des Senkungsabszesses bei der frontalen Durchleuchtung meist nicht zu sehen ist, da sich derartige Abszesse seitlich der Wirbelsäule ausbreiten und nach vorn meist nicht über

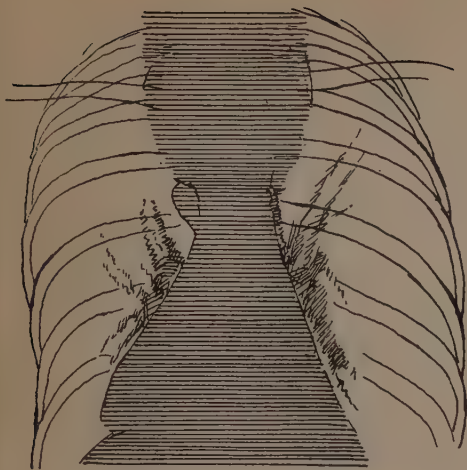


Abb. 43. Struma substernalis.

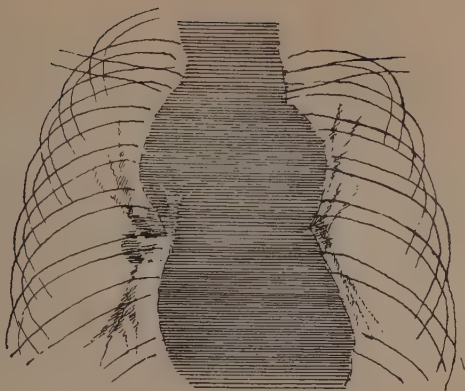


Abb. 44. Mediastinaltumor, röntgenologisch nicht von Aneurysma des Aortenbogens zu unterscheiden.

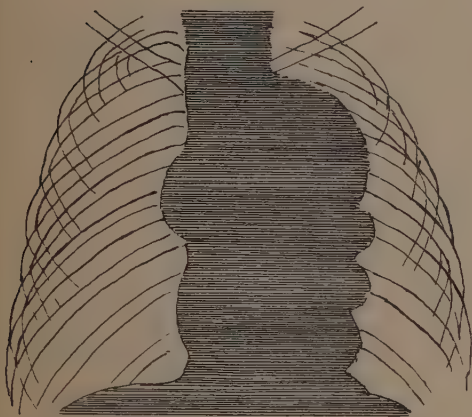


Abb. 45. Mediastinaltumor. Der vielfach gekerbte Rand spricht gegen Aneurysma.

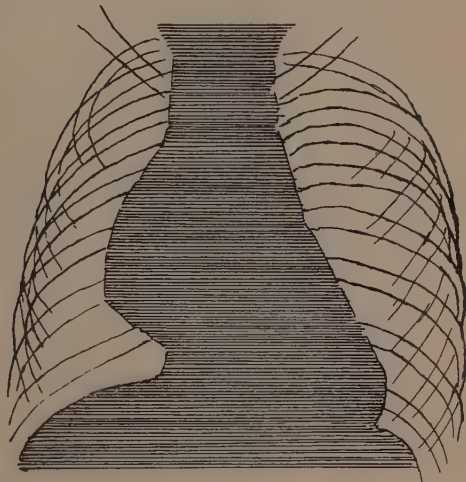


Abb. 46. Mediastinaltumor, sich nach rechts in das Lungenfeld vorwölbend. Differentialdiagnostisch kommt ein Aneurysma der Aorta ascendens in Frage. (Vgl. Abb. 47.)

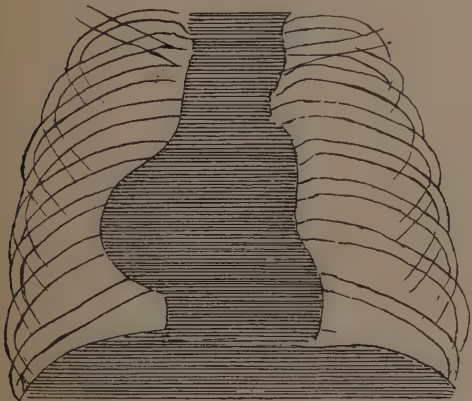


Abb. 47. Aneurysma der Aorta ascendens. Beachte die täuschende Ähnlichkeit mit dem in Abb. 46 wiedergegebenen Mediastinaltumor.

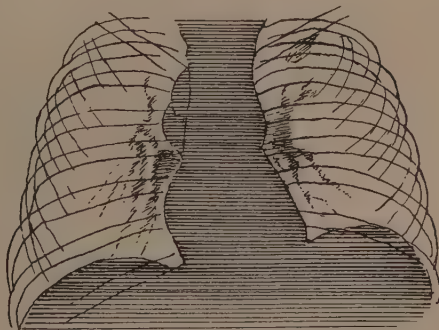


Abb. 48. Lymphogranulomatose.

den Vorderrand der Wirbelkörper hervorragen und demgemäß bei dieser Durchleuchtung im Winkel zwischen Wirbelsäule und Rippenansatz verborgen bleiben.

Besonders große Schwierigkeiten kann die Unterscheidung zwischen Aneurysma und Mediastinaltumor (Abb. 44—48) bereiten, und es werden wohl immer Fälle vorkommen, wo auch der Erfahrendste eingestehen muß, daß er eine sichere Entscheidung nicht treffen kann oder wo er eine Fehldiagnose stellt. Daß das Vorhandensein eines positiven Wassermanns noch nicht ohne weiteres für Aneurysma beweisend ist, ist bei der weiten Verbreitung der Syphilis klar. Eine einwandfrei nachweisbare Pulsation beider Schattenränder spricht für ein Aneurysma. Andererseits werden die Mediastinaltumoren nicht selten durch die Pulsation der Aorta rhythmisch erschüttert. Es ist durchaus nicht immer einfach, diese pulsatorische Erschütterung von der nach allen Seiten hin erfolgenden systolischen Ausdehnung des Aneurysmas sicher zu unterscheiden. Fehlende Pulsation spricht nicht gegen Aneurysma, denn gerade bei großen Aneurysmen vermissen wir meist die Pulsation. Glatte, regelmäßig gebogene Ränder des Schattens sprechen mehr für Aneurysma, während die Tumorgrenzen im allgemeinen mehr unregelmäßig und leicht gezackt verlaufen oder buchtig geformte Ränder haben. Jedoch ist auch dieses Merkmal nicht beweisend, denn unter Umständen kann auch ein Mediastinaltumor rundliche, durch glatte bogenförmige Ränder begrenzte Schatten erzeugen. Andererseits sind auch zuweilen die Grenzen des Aneurysmas nicht scharf, sondern verwaschen oder durch mehrfache Ausbuchtung bogig gekerbt. Wenn hier von Mediastinaltumor geredet wird, so sind dabei alle tumorartigen Gebilde verschiedenster Ätiologie zusammengefaßt, Sarkome, tuberkulöse, leukämische Lymphome, Hodgkin, Aktinomykose usw. Auch von der Hilusgegend ausgehende Bronchialkarzinome können, wenn sie nach oben zu neben dem Mittelschatten sich ausbreiten, das Bild eines Mediastinaltumors geben. Nach dem Röntgenbild allein ist eine Trennung der verschiedenen Tumoren meist nicht möglich.

Irrtümer der Röntgendiagnostik des Herzens und der Gefäße

Von

Privatdozent Dr. **Franz M. Groedel**

Mit 13 Textabbildungen

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorbemerkung	171
Falsche Technik als Irrtumsquelle	173
Falsche Deutung der Größenverhältnisse als Irrtumsquelle	178
Falsche Deutung des Röntgenbildes vom normalen Zirkulationsapparat als Irrtumsquelle	184
Falsche Deutung des Röntgenbildes vom pathologischen Zirkulationsapparat als Irrtumsquelle	187

Vorbemerkung.

Die Röntgenuntersuchung des Herzens und der Gefäße bedarf heute keiner Empfehlung mehr. Es gibt wohl keinen Arzt, der sich ihrer im gegebenen Falle nicht bedient — wenn dies irgend technisch möglich ist. Es kann daher dem Wert und der Wertschätzung des Verfahrens keinen Abbruch tun, wenn wir unumwunden zugeben, daß wie bei jeder klinischen Untersuchungsmethode so auch bei der Röntgenuntersuchung des Zirkulationsapparates zahlreiche Irrtumsquellen vorliegen und diagnostische Irrtümer häufig unterlaufen.

Der Irrtum kann entstehen durch falsche Technik, durch falsche Interpretation und durch Überwertung.

Die Überwertung des Röntgenbefundes ist geradezu als Schlagwort fast der ganzen sogenannten klinischen Schule zu bezeichnen und wird als solches mit bewundernswerter Zähigkeit mißbraucht. Welche klinische Untersuchungsmethode ist in der Zeit ihres Ausbaues nicht überwertet worden? Welche wird nicht von dem einen überwertet und von dem anderen unterwertet? In diesem Sinne ist gerade für die Röntgenuntersuchung des Kreislaufapparates eine gelegentliche Überwertung und besonders eine periodische Überwertung des einen oder des anderen Röntgensymptoms zuzugeben. Gerade bei der Röntgenuntersuchung des Kreislaufapparates lag diese Gefahr besonders nahe, weil man das Zirkulationssystem zu einem großen Teil ohne besondere Kunstgriffe röntgenologisch untersuchen kann und dem Neuling die Sache so ganz leicht und einfach erscheint.

Periodische Überwertung fand — wenn wir chronologisch schildern wollen — zunächst die minutiöse Größenbestimmung des Herzens im Orthodiagramm. Sie ist überwunden und führte leider zu einer noch nicht überwundenen Unterwertung und zugleich zur Verflachung der Technik. Hiernach kam die Überwertung der Herzformbestimmung. Auch diese Epoche ist überwunden. Ihr folgte die Zeit der überspannten Hoffnungen bezüglich des Aufschlusses, den uns das Röntgenbild über den Herztonus gibt. Hier befinden wir uns noch im Scheitelpunkt der Kurve. Und in letzter Zeit versuchen speziell die französisch orientierten Autoren aus der Röntgensilhouette feinste Details bezüglich der einzelnen Herzhöhlen herauszumessen. Es ist kaum zu hoffen, daß diese Welle allzubald verebbt sein wird.

Wir werden auf die erwähnten Fragen später näher zu sprechen kommen. Der Vollständigkeit halber seien noch drei Punkte erwähnt: Schattenintensitätszunahme des Aortenschattens wird auch heute noch überwertet. Man vergißt dabei häufig die technischen Schwierigkeiten und Fehlerquellen zu bedenken. Kalknachweis in der Gefäßwand gilt immer noch vielen Untersuchern identisch mit Arteriosklerose. Eine leichte Verbreiterung des Aortenschattens wird noch von der Mehrzahl der Untersucher als pathologisch ernstes Symptom ausgelegt, dabei die Aszendenslänge, das Alter des Patienten und vieles andere nicht berücksichtigt.

Es gehört eben auch die nötige klinische Schulung und Vorbildung und die praktische Erfahrung dazu, eine Röntgendiagnose zu stellen, das Röntgenbild richtig zu interpretieren. Diese Binsenweisheit finden wir überall angeführt und mit Vorliebe gegen die Röntgenspezialisten ins Feld geführt. Aber kann diese Ausbildung und Schulung der Röntgenspezialist nicht erlangen? Ebensogut könnte man sagen, ein allgemein tätiger praktischer Arzt könne keine Herzdiagnose stellen, es gehöre dazu herzspezialistische Ausbildung. „Röntgenspezialist“ sein, heißt eben nicht „Röntgentechniker“ sein oder, wie man an maßgebenden Stellen immer noch atavistisch sagt, „Röntgenphotograph“. Die spezielle Methodik der Röntgendiagnostik und Röntgentherapie sollte heute von jedem voll ausgebildeten Arzt theoretisch beherrscht werden. Der Spezialist muß sie auch praktisch meistern. Als Arzt muß er aber auch die gesamte Diagnostik und Therapie beherrschen. Gerade das Arbeiten mit Röntgenstrahlen gibt Gelegenheit und Ansporn, auf allen Teilgebieten der Medizin den Blick zu schärfen, das individuelle Wissen zu erweitern und mit den Fortschritten der Pathologie, Diagnostik und Therapie dauernd vertraut zu bleiben. Ein Röntgenspezialist, der diesen Forderungen nicht gerecht wird, ist eben kein Röntgenspezialist.

Näherliegend ist die Irrtumsmöglichkeit, wenn die Röntgenmethode ohne genügende Kenntnisse und ohne genügende Ausbildung in der Technik verwandt wird. Die beste klinische und pathologische Schulung kann diesen Mangel nicht ausgleichen. Wir sehen hier ganz ab von der großen Gefahr der Röntgenschädigung des Patienten durch den ungewandten Röntgenuntersucher. Solange das Gewissen des Studenten durch Hinweis auf diese Gefahr im klinischen Unterricht nicht eindringlich geweckt wird, solange die Röntgenkunde nicht ihrer Bedeutung entsprechend Lehr- und Prüfungsfach ist, werden nur die Schadenersatzprozesse eindämmend wirken können. Daß das Ansehen des ärztlichen Standes dabei notleidet, die Methode selbst diskreditiert wird, scheint allerdings die maßgebenden Instanzen wenig zu irritieren.

Wie kann man überhaupt ohne technische Spezialkenntnisse oder ohne Spezialausbildung das Röntgenbild verstehen? Man muß doch wissen, von welchen physikalischen Faktoren die Helligkeit eines Schattens, seine Differenzierbarkeit von der Umgebung abhängt, wie die einzelnen Organe und — Teile sich bei verschiedener Projektionsrichtung auf der Bildfläche abbilden, sich bei Änderung der Röhrenstellung verändern, von welchen Momenten die Dimensionen der Silhouetten abhängig sind usw.

Es führen uns derartige Überlegungen zu der wichtigsten Irrtumsquelle bei der Röntgenuntersuchung des Herzens und der Gefäße, zur Vernachlässigung der Tatsache, daß Röntgenbildprojektion und Lichtbildprojektion grundverschieden sind.

Setzen wir die photographische Platte einer Lichtbildkamera einerseits, die Röntgenplatte oder den Röntgenschirm andererseits, gleich „Auge“, so läßt sich sagen: beim Lichtbild ist der vom Auge entfernteste Bildteil am kleinsten, beim Röntgenbild dagegen der dem Auge nächste. Beim Lichtbild sind die Farben resp. Schatten des vom Auge entferntesten Teiles am meisten zusammengezogen, beim Röntgenbild diejenigen des nächstgelegenen.

Wollen wir also Röntgenbilder verstehen und deuten, so müssen wir erst „Röntgenlesen“ lernen. Das gilt ganz besonders für die Röntgenologie des

Zirkulationsapparates, und zwar für das Verständnis der anatomischen und der physiologischen Verhältnisse. Da wir von Jugend auf an die Lichtbildperspektive gewöhnt sind, die für unser Sehen und unsere räumliche Orientierung ausschlaggebend ist, die wir in Technik und Kunst tagtäglich berücksichtigt finden, ist dieses Umlernen nicht leicht. Aber ohne dieses Umlernen ist jedes Verständnis unmöglich. Gerade von diesem Gesichtspunkt aus müßte die Röntgenanatomie, die Röntgenphysiologie und die Röntgenpathologie gelehrt werden, müßte auf die Unterschiede gegenüber der gewöhnlichen Betrachtungsweise hingewiesen werden. Die Vernachlässigung dieser Divergenzen muß zu den schwerwiegendsten Irrtümern führen.

Aber auch die Überwertung des Röntgenlesens allein gegenüber der Röntgentechnik führt zu Irrtümern. Denn das Röntgenbild ist ein Schattenbild. Als solches ist es je nach den Positionsverhältnissen von Lichtquelle und Untersuchungsobjekt äußerst veränderlich — wieder im Gegensatz zum Lichtbild oder der direkten Betrachtung eines Objektes mit dem Auge. Beim Lesen des Röntgenbildes sind daher die angewandte Technik und die technischen Bedingungen sehr wichtig und zu berücksichtigen. Wer also die technische Arbeit ganz in die Hand einer technischen Hilfskraft legt, setzt sich hierdurch mannigfachen Irrtumsgefahren aus

Falsche Technik als Irrtumsquelle.

Wir werden über die durch falsche oder ungeeignete Technik und durch mangelhafte technische Fertigkeit des Untersuchers entstehenden Irrtümer im Zusammenhange mit den Deutungs- und Auslegungsfehlern der Röntgenbefunde öfters zu sprechen haben. Hier seien, zur Vermeidung von Wiederholungen, die wichtigsten technischen Fehlerquellen vorausgestellt.

Viele Untersucher begnügen sich mit der Untersuchung des Herzens in einer Strahlenrichtung, und zwar in der üblichen dorsoventralen-sagittalen. Auf Grund derart einseitig und unvollkommen durchgeführter Untersuchung können aber wichtige Veränderungen übersehen werden: z. B. eine abnorme Tiefenzunahme des Herzens, eine Erweiterung des hinter dem Herzen gelegenen Aortenteils und anderes.

Man muß, will man Fehler vermeiden, Herz und Aorta in den verschiedenen Strahlenrichtungen untersuchen, indem man entweder bei feststehender Röhre und Schirm den Patienten sich um seine Körperachse langsam drehen läßt oder die Röhre um den Körper des stehenden Patienten herumführt. Man muß also die verschiedenen zentrischen oder exzentrischen Durchstrahlungsmöglichkeiten oder beide benutzen.

Nicht selten werden auch falsche Bezeichnungen für die benutzte Strahlenrichtung angewandt und hierdurch Verwirrung verursacht. Nachstehend gebe ich eine Zusammenstellung der typischen Richtungen.

1. a) Dorsoventrale Sagittaldurchleuchtung¹⁾: Schirm vor dem Körper, Röhre am Rücken.
- b) Ventrodorsale Sagittaldurchleuchtung: Schirm am Rücken, Röhre vor dem Körper.

¹⁾ Synonyma: en face usw.

2. a) Dextrosinistrale Frontaldurchleuchtung¹⁾: Schirm auf der linken Seite.
Röhre auf der rechten Seite.
- b) Sinistrodextrale Frontaldurchleuchtung: Schirm auf der rechten Seite,
Röhre auf der linken Seite.
3. a) Dorsoventraler erster schräger Durchmesser: Schirm vor der rechten
Schulter, Röhre hinter der linken Schulter (Fechterstellung).
- b) Ventrodorsaler erster schräger Durchmesser: Schirm hinter der linken
Schulter, Röhre vor der rechten Schulter.
4. a) Dorsoventraler zweiter schräger Durchmesser: Schirm vor der linken
Schulter, Röhre hinter der rechten Schulter.
- b) Ventrodorsaler zweiter schräger Durchmesser: Schirm hinter der rechten
Schulter, Röhre vor der linken Schulter.
5. a) Dorsoventrale linksexzentrische Durchleuchtung: Schirm vor dem
Körper, Röhre hinter der linken Schulter.
- b) Ventrodorsale linksexzentrische Durchleuchtung: Schirm am Rücken,
Röhre vor der linken Schulter.
6. a) Dorsoventrale rechtsexzentrische Durchleuchtung: Schirm vor dem
Körper, Röhre hinter der rechten Schulter.
- b) Ventrodorsale rechtsexzentrische Durchleuchtung: Schirm am Rücken,
Röhre vor der rechten Schulter.
7. a) und b) Kranialexzentrische dorsoventrale oder ventrodorsale Durch-
leuchtung: Schirmstellung wie bei 1, Röhre nach dem Kopf hin aus
dem Schirmzentrum verschoben.
8. a) und b) Kaudalexzentrische ventrodorsale oder dorsoventrale Durchleuch-
tung: Schirmstellung wie bei 1, Röhre nach dem Becken hin aus
dem Schirmzentrum verschoben.

Die nebenstehende Abbildung diene zum Verständnis des Gesagten. Die eingefügten Zahlen geben den Winkel an, um den sich der Patient drehen muß, um von der Sagittalstellung zur jeweils gewünschten zu gelangen. F. H. Hoffmann spricht direkt von „Position 180°“ usw.

Wieder andere Untersucher — besonders solche, die von der technischen Assistenz abhängig sind — lassen von jedem Falle eine Platte anfertigen, durchleuchten aber nicht. Sie laufen Gefahr, eine respiratorische anormale Verschiebung des Herzens (bei Zwerchfellanomalien z. B.) für eine Herzverlagerung zu halten. Sie sehen das Herz nur bei Inspirationsstellung des Zwerchfelles, diagnostizieren infolgedessen allzuhäufig ein Tropfenherz oder gar Emphysemherz; es entgeht ihnen die Tatsache, daß das Herz eines adipösen Patienten bei mittlerer Atmungslage stark nach oben verlagert ist, das Myokarditisherz hier besonders „schlaff“ konturiert erscheint. Und wie kann man eine Röntgenuntersuchung des Zirkulationsapparates vollkommen nennen, wenn die pulsatorischen Erscheinungen im Röntgenbild nicht verwertet sind? Ein solcher Untersucher kann die schlaffe Pulsation des Herzens bei Myodegeneration, die flatternde Pulsation bei Basedow, die übertriebene Pulsation bei Herzneurosen nicht feststellen. Sein Röntgenurteil ist also mangelhaft basiert. Er sieht nicht die den gestauten Lungengefäßen mitgeteilte (meiner Ansicht nach als Erschütterung des Lungengewebes zu deutende) Herzpulsation bei Dekompen-

¹⁾ Synonyma: transversal, profil usw.

sation, nicht die anormalen Pulsationsformen bei kongenitalen Fehlern. Und vor allem entgeht ihm die auffallend schwache Pulsation oder gar der Mangel jeglicher Pulsationserscheinungen des Herzschatzens, das charakteristische Symptom der Pericarditis exsudativa.

Aber auch der Arzt, der nur röntgenoskopisch untersucht, kann einige Röntgensymptome übersehen, — sie sind glücklicherweise nicht so wichtig. So werden nicht selten Kalkherde in der Aorta und im Perikard übersehen, Lungenschatten in der Nähe des Herzens falsch gedeutet.

Will man also solche und ähnliche Irrtümer vermeiden, so untersuche man röntgenographisch und röntgenoskopisch. Das letztere ist jedenfalls das Wichtigere. Die Röntgenplatte kann aus Sparsamkeitsgründen eher weggelassen werden.

Die meisten Fehler werden entschieden bei der Beurteilung der Herz- und Aortengröße nach dem Röntgenbild gemacht. Wie oft schleppt ein Patient

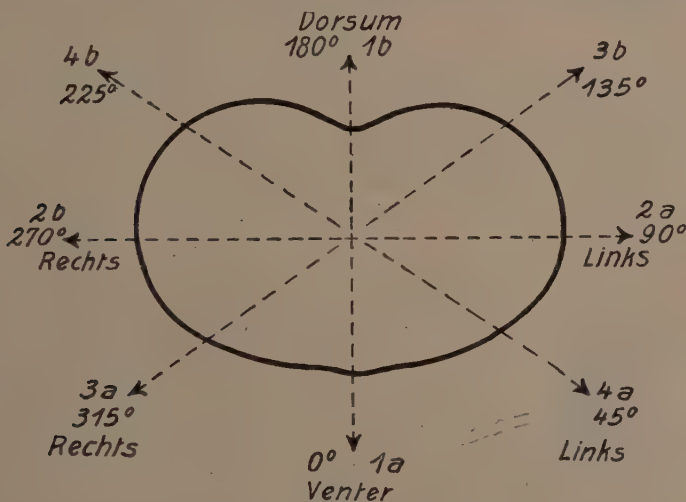


Abb. 1. Die typischen zentralen Strahlenrichtungen.

Aus Groedel: Lehrbuch und Atlas der Röntgendiagnostik. Lehmann, München 1924.

jahrelang eine Thoraxplatte mit sich herum, weil ihm ein Kollege auf Grund dieser Platte gesagt hat, das Herz sei deutlich vergrößert, die Aorta descendens verbreitert. Der erfahrene Spezialist sieht aber auf den ersten Blick, daß das Herz des korpulenten Patienten relativ normal, die Aorta descendens dem Alter des Patienten entsprechend breit ist.

Wollte man ein gewöhnliches Schirmbild des Herzens oder eine einfache Röntgenphotographie ausmessen, wie dies immer noch vereinzelt geschieht und was man allgemein in den Gründungsjahren der Röntgenologie tat, so würde man ganz falsche Resultate erhalten. Denn die Röntgenstrahlen gehen von einer punktförmigen Lichtquelle (Fokus der Röntgenröhre) aus. Sonach kommen alle Gesetze zur Auswirkung, die wir bezüglich der Schattenprojektionen mittels punktförmiger Lichtquellen kennen. Kurz zusammengefaßt lauten sie: Der Schatten eines Körpers wird um so größer, je näher ihm die Lichtquelle, je weiter er selbst von der Projektionsfläche, er wird um so mehr verzeichnet,

je weiter die Lichtquelle seitlich von seinem Mittelpunkt abrückt. Die nebenstehende Abbildung diene zur Illustration dieser Gesetze.

Die Ausmessung eines zentralprojizierten Röntgenbildes oder Schirmbildes ist also ein unverzeihlicher Kunstfehler, die Abschätzung der Organgröße nach solchen Bildern ein Verfahren, das mit wissenschaftlicher Exaktheit unverein-

bar ist. Wir müssen, wollen wir Organgrößen mit Hilfe der Röntgenstrahlen feststellen, Spezialmethoden benutzen.

Wie können wir nun mit Hilfe der Röntgenstrahlen die Herzgröße exakt darstellen? Wir müssen eine Parallelprojektion erzeugen. Da sich aber die Röntgenstrahlen im Gegensatz zu den Lichtstrahlen praktisch nicht brechen lassen, müssen wir uns mit Notbehelfen begnügen, mit Notbehelfen, die aber bei technisch einwandfreier Anwendung absolut einwandfreie Ergebnisse liefern.

Es kann hier natürlich nicht näher auf die betreffenden Methoden eingegangen werden, wir müssen sie aber wenigstens in ihren Grundzügen kurz skizzieren. Ausführliche Darstellung findet der Leser in dem von mir herausgegebenen Lehrbuch und Grundriß der Röntgendiagnostik, J. F. Lehmanns Verlag München 1924.

Die physikalisch best fundierte Methode ist bekanntlich die von Moritz erdachte Orthodiagraphie. Man kann den Orthodiagrammen etwa folgendermaßen schildern:

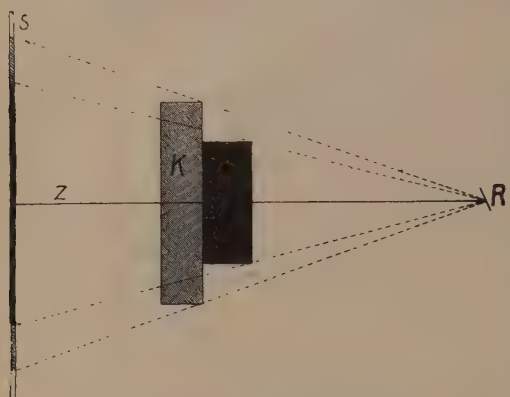


Abb. 2. Röntgenzentralprojektion.
Aus Groedel: Orthoröntgenographie.
Lehmann, München.

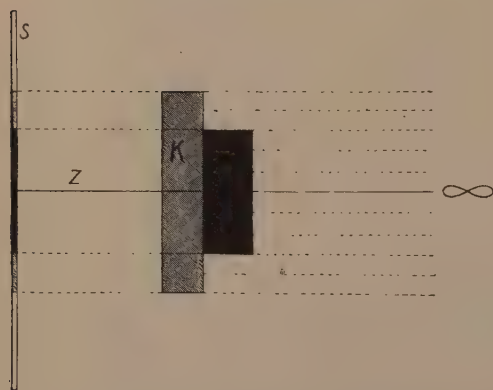


Abb. 3. Röntgenparallelprojektion.
Aus Groedel: Orthoröntgenographie.
Lehmann, München.

Eine Marke des Leuchtschirmes ist senkrecht über dem Brennpunkt der Röhre eingestellt. Diese beiden Punkte sind zwangsläufig verschieblich und beschreiben innerhalb zweier parallelen Ebenen symmetrische Bahnen. Ferner ist ein Schreibstift an dem Apparat derart angebracht, daß er auf einer dritten parallelen Fläche ein kongruentes Bild des von den beiden Punkten zurückgelegten Weges aufzeichnet. Führen wir daher die Marke des Leuchtschirmes, die Zentralmarke, um das Herz herum und markieren dabei den zurückgelegten Weg mit dem Schreibstift, so erhalten wir ein parallel projiziertes Schattenbild des Herzens, ein Herzorthodiagramm.

Alle orthodiagraphischen Methoden, welche nicht auf diesem Prinzip auf-

gebaut sind, müssen zu falschen Resultaten führen. Es gilt dies von allen Ersatzmethoden, bei denen entweder die Zwangsläufigkeit von Zentralmarke, Röhrenfokus und Schreibstift nicht gewahrt oder an Stelle einer Zentralmarke ein Lichtkreis gewählt ist. Die einzelnen Methoden hier zu besprechen, führt zu weit. Wer sich ihrer bedient, arbeitet mit falscher Technik und darf sich nicht wundern, wenn ihm peinliche Irrtümer in Masse unterlaufen. Wer Fehlschlüsse vermeiden will, orthodiagraphiere also mit einem guten Orthodiagraphen.

Gibt es, wenn man diesem Gebot folgt, überhaupt Irrtumsmöglichkeiten beim Orthodiagraphieren? Jedenfalls keine technisch begründeten. Ist das Apparatsystem richtig zentriert — Näheres in „Groedel, Orthoröntgenographie“, J. F. Lehmanns Verlag —, so sind die Resultate absolut zuverlässig. Die Fehler, die sonach unterlaufen, sind nicht der Methode, sondern dem Untersucher zur Last zu legen. Sie sind begründet in mangelhafter Kenntnis und Beherrschung des Röntgenbildes der Brustorgane. Mag die Hand des Untersuchers etwas unsicher, sein Auge nicht ganz zielsicher sein, Fehler über 3 mm kommen bei einiger Übung nicht vor.

Zahlreich sind dagegen die Klippen, an denen der röntgenanatomisch ungeschulte Untersucher allzuhäufig Schiffbruch leidet. Sie werden im Zusammenhange mit den auf falscher Interpretation des Röntgenbildes beruhenden Irrtümern besprochen werden.

Auch das zweite, resp. das andere Verfahren zur Herzmessung, die „Fernaufnahme“, kann technisch falsch ausgeführt werden und dann Fehlerquelle werden.

Die physikalische Grundlage der Fernaufnahme ist folgendermaßen zu formulieren. Je weiter eine punktförmige Lichtquelle von einem Gegenstand entfernt ist, um so geringer ist die Divergenz der Strahlen, welche diesen Gegenstand treffen, um so geringer die Vergrößerung des von dem Gegenstand erzeugten Schattenbildes. Bei einem Körper von 12 cm Durchmesser (durchschnittlicher normaler Herzdurchmesser) beträgt beispielsweise die Vergrößerung nur 2—3 mm, vorausgesetzt, daß der Körper nur wenige Zentimeter von der Projektionsfläche entfernt ist. Die technische Vorschrift für die Anfertigung einer Fernaufnahme des Herzens lautet daher: 2 m Fokusplattendistanz, Fokus genau auf die Plattenmitte zentrieren, Brustkorb an die Platte anpressen, Atem in mittlerer Respirationslage anhalten lassen.

Hier sind von vornherein verschiedene Irrtumsmöglichkeiten durch falsche Technik gegeben: Wenn die Röhre nicht genau zentriert ist, der Patient an die Platte nicht richtig anlehnt, wenn er die Atemtechnik nicht versteht. Ist aber gar die Fokusplattendistanz nicht gewahrt (manche Untersucher sind so naiv, nur 1 m Distanz für ausreichend zu halten), so fehlt überhaupt die physikalische Grundlage des Verfahrens.

Die wichtigste Fehlerquelle liegt aber im Verfahren selbst: je größer der zu projizierende Gegenstand (Herz), je weiter er von der Platte entfernt ist (der Lungenquerdurchmesser ist weiter wie das Herz, die Aorta descendens weiter wie die Aorta ascendens von der Platte entfernt), um so größer wird die Verzeichnung resp. Vergrößerung. Bei der Abschätzung des Grades einer Herzgrößenzunahme wird dies nicht bedacht, Herz- und Lungenmaße werden oft kritiklos im Fernbild in Relation gebracht, Aszendens- und Deszendensbreite verglichen.

Und was von den Ersatzmethoden der Orthodiagraphie gesagt wurde, gilt auch von denen der Fernaufnahme. Sie entsprechen weder den Vorbedingungen exakt wissenschaftlicher Arbeitsweise, noch genügen sie den praktischen Bedürfnissen. Wird die Platte durch den Schirm ersetzt und eine Zeichnung angefertigt, so summiert sich die subjektive, hier sogar größere Fehlerbreite mit der schon physikalisch bedingten Ungenauigkeit der Fernaufnahme.

Hier wie dort ist zu sagen, daß schätzungsweise Größenbeurteilung zu den größten Irrtümern führen kann, also dem heutigen Stand der medizinischen Wissenschaft nicht mehr entspricht. Messungen dürfen aber nur mit einem exakten Meßinstrument ausgeführt werden. Denn schlimmer als gar nicht zu messen ist das falsche Messen.

Falsche Deutung der Größenverhältnisse als Irrtumsquelle.

Besonders bei der Größenermittlung des Herzens und der großen Gefäße erweist es sich, daß mit der Beherrschung der Technik das Resultat unserer Arbeit noch nicht gesichert ist. Bei der Deutung und Bewertung des Befundes können uns noch mancherlei Irrtümer unterlaufen.

Als prinzipiellen Irrtum muß man es bezeichnen, wenn die orthodiagraphisch ermittelten Werte als anatomische Maße aufgeführt werden. Solche Autoren haben sich nicht klargemacht, daß die von uns bei der Orthodiagraphie benutzten Röntgenstrahlen senkrecht auf die Frontalebene des Körpers, nicht senkrecht auf das Herz auffallen. Denn das Herz steht mit seiner Hauptebene schräg zur Körperebene. Die Orthodiagraphie ergibt also eine verkürzte Projektion des Herzens. Außerdem sind an der Bildung der Herzgefäßsilhouette — wir kommen hierauf zu sprechen — die verschiedenen Herzhöhlen beteiligt.

Einen Deutungsfehler begeht ferner, wer die von mir so benannten unzuverlässigen Maße des Herzorthodiagramms gleichhoch einschätzt wie die zuverlässigen. Es ist wohl angezeigt, beide hier nebeneinanderzustellen. Ich verweise bezüglich Details auf die Lehrbücher.

Die zuverlässigen Maße des Herzorthodiagramms (s. Abb. 4) sind:

1. Medianabstand links — Ml — größte Distanz des linken Herzschatte-
randes von der Mittellinie.

2. Medianabstand rechts — Mr — größte Distanz des rechten Herzschatte-
randes von der Mittellinie.

Beide zusammen ($Mr + Ml$) ergeben die Transversaldimension des Herzens = T . Einen Fehler begeht, wer einfach die quere Distanz des linken vom rechten Schattenrande ausmißt.

3. Längsdurchmesser (L) = größte Entfernung des linken Herzrandes resp. der Herzspitze vom Vorhofgefäßwinkel des rechten Herzschatte-
randes.

Bezüglich der Zuverlässigkeit des Längendurchmessers müssen wir jedoch bereits eine Einschränkung machen. Da die Herzspitze bei mittlerer Atmung meiner Erfahrung nach bei weitaus den meisten Fällen unterhalb des Zwerchfelles liegt und hier für den ungeübten und oberflächlichen Untersucher etwas schwieriger darzustellen ist, finden wir die Herzspitze nicht selten überhaupt nicht mitgezeichnet. Dann muß natürlich der in einem solchen Orthodiagramm

ermittelte Längsdurchmesser falsch sein. Ebenso muß ich es als technischen Fehler bezeichnen, wenn manche Untersucher aus Bequemlichkeit zur besseren Sichtbarmachung der Herzspitze vor der Untersuchung ein Brausepulver verabfolgen. Die Herzlage wird hierdurch verändert, die Herzform entstellt.

Die übrigen Maße sind abhängig von der Art, wie wir uns die im Röntgenbild leider unsichtbare obere und untere Verbindungslinie der beiden lateralen Schattengrenzen ergänzen (s. punktierte Linie in Abbildung). Man nehme ein Orthodiagramm und lasse die Verbindungslinie von verschiedener Hand einzeichnen oder zeichne sie selbst an verschiedenen Tagen ein. Die Größe der Differenzen ist überzeugend für die Unsicherheit dieses Vorgehens. Wir müssen daher die unzuverlässigen Orthodiagrammaße als zu Irrtümern führend ablehnen. Es sind dies besonders:

4. Der Breitendurchmesser. Er steht senkrecht auf L.

5. Der Flächeninhalt des Herzorthodiagramms. Er wird gefunden durch planimetrische Ausmessung der Orthodiagrammfläche.

Auch das Verfahren Geigels beruht auf der Ermittlung des Herzflächeninhaltes und ist daher als ungenau abzulehnen. Geigel sucht die Herzgrößenbestimmung in die Frage aufzulösen: Wieviel Kubikzentimeter Herz treffen auf 1 kg Körpergewicht? Aus der orthodiagraphisch ermittelten Größe der Herzfläche berechnet G., indem er diesen Wert in die $\frac{3}{2}$ fache Potenz erhebt, das Herzvolumen, dividiert den erhaltenen Wert durch die Zahl der Kilogramme Körpergewicht und erhält so den „reduzierten Herzquotienten“. Bei 93% aller Fälle schwankt dieser zwischen den Zahlen 15 und 23.

Vollkommen zu verwerfen sind aber die neuerdings von französischen Autoren empfohlenen Methoden zur Größenberechnung der einzelnen Herzhöhlen. Sie beruhen kurz gesagt auf der Sehnenmessung der einzelnen Randbogen des Herzschatens. Moritz hat von Anfang an, also schon vor 20 Jahren, hiervor gewarnt. Mit Recht. Wenn man wie ich Gelegenheit hat, häufig Orthodiagramme französischer Kollegen zu sehen und zu kontrollieren, in welchen die einzelnen Herzhöhlenbogen, deren Sehne und Tiefe ausgemessen ist, so wird man jeden Versuch, auf diesem Wege mitzugehen, von vornherein als aussichtslos unterlassen.

Man kann sich nur wundern, daß so viele Untersucher diese wertlose Spielerei mitmachen und sich an Zahlen berauschen, die so vollkommen wertlos sind. Bedauerlich ist es aber, daß das Ansehen unserer Röntgenleistungen mit solchen Haarspaltereien aufs Spiel gesetzt wird, denn sie müssen zu Trug- und Fehlschlüssen, zu verhängnisvollen Irrtümern führen. Eine kurze Besprechung der betreffenden Verfahren findet man im Lehrbuch und Atlas der Röntgendiagnostik.

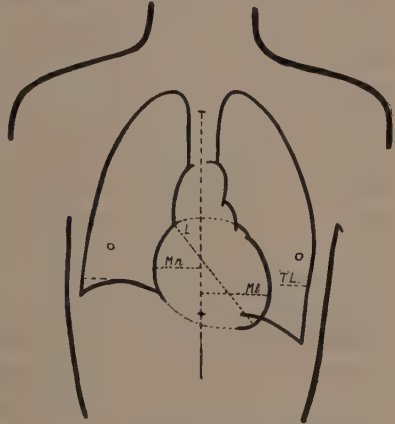


Abb. 4. Ausmessung des sagittalen Herzorthodiagramms.

Aus Groedel: Lehrbuch und Atlas.

Wenn ich nunmehr zu den eigentlichen Irrtumsmöglichkeiten in der Deutung der Größe übergehe, so schließe ich natürlich jene Fälle aus, in welchen die Größe auf nicht exakte, d. h. nicht auf orthodiagraphische Weise ermittelt wurde, in welchen mangelhafte resp. Ersatzmethoden benutzt oder gar die Dimensionen aus einfachen Übersichtsbildern geschätzt wurden. Derartige Vorgehen lehnen wir ja, wie bereits gesagt, als unwissenschaftlich, als dem Charakter und dem derzeitigen Stand der ärztlichen Untersuchungstechnik widersprechend ab. Wir wollen vielmehr nunmehr erörtern, inwieweit „exakt ermittelte Größenwerte des Herzschatens“ falsch gedeutet werden können.

Es wird auch heute noch durchaus nicht selten die Ansicht geäußert, die Transversaldimension des Herzens betrage $12\frac{1}{2}$ cm (Mr 4,5, Ml 8 = T 12,5), eine Abweichung nach oben oder unten sei als pathologische Herzgröße zu deuten. Dieser Irrtum kann natürlich nur dann unterlaufen, wenn man die Arbeiten über die Relationen der verschiedensten Faktoren zur Herzgröße einfach ignoriert. Diese Arbeiten verdanken wir der Moritzschen Schule, besonders aber Hans Dietlen. Auch mein verstorbener Bruder Theo Groedel und ich selbst haben Beiträge geliefert.

Die umfangreichen statistischen Erhebungen haben ergeben, daß die Herzgröße mehr oder weniger abhängig ist: vom Geschlecht, von der Rasse, vom Beruf, vom Alter, Körpergröße, Körpergewicht, und daß auch Relationen bestehen zum Blutdruck und besonders zu den Lungenmaßen, die meiner Ansicht nach wiederum die größte Kongruenz zeigen zu Körperbau und Konstitution. Und selbst wenn man nach diesen Faktoren das statistische Material in Tabellen einordnet (s. Groedel, Lehrbuch und Atlas der Röntgendiagnostik, und Dietlen, Herz und Gefäße im Röntgenbild) wird man finden, daß die Schwankungsbreite, die Plus- und Minusbreite bei den einzelnen Individuen außerordentlich groß sind.

Falsch beurteilt ist also der ermittelte Größenwert, wenn er als unter- oder als übernormal bezeichnet wird, weil er wenig vom Mittelwert abweicht, beim genauen Zusehen aber in die Schwankungsbreite fällt, die aus unseren Tabellen ersichtlich ist. Unrichtig gedeutet ist ein Wert, der im Liegen ermittelt, mit einer Tabelle verglichen wird, die für Vertikalaufnahmen maßgebend, oder umgekehrt. Und Fehlschlüsse müssen resultieren, wenn man Tabellen benutzt, die nur nach einem der obengenannten, die Größe beeinflussenden Faktor aufgestellt sind. Aber schließlich genügt auch die sklavische Benutzung der Tabellen nicht, um vor Irrtümern bewahrt zu bleiben. Jeder Fall muß individuell beurteilt werden. Und ganz besonders sind anormale Nebenumstände (Hochdrängung des Zwerchfells durch Gravidität, Bauchtumoren, Meteorismus, Veränderungen des Brustkorbes durch Trichterbrust, Hühnerbrust, Skoliosen usw.) und pathologische Zustände der übrigen Brustorgane (Emphysem, pleuritische Schwarten, Lungentuberkulose usw.) zu beachten. Zu beachten sind ferner die Lebensgewohnheiten, der Beruf und viele andere Momente, die uns eine gute Anamnese mitteilt — ich nenne nur sportliche Betätigung im Sinne gesundheitsgemäßer, regelmäßiger körperlicher Übung — und uns im einzelnen Falle die Ursache und Berechtigung geringer Dimensionsabweichungen zeigen. Die genaue Besprechung aller dieser Fehlerquellen, die Aufführung von Einzelfällen würde den Rahmen dieser Abhandlung überschreiten. Ich muß mich mit der kurzen Aufzählung der wichtigsten Irrtumsmöglichkeiten begnügen.

Was für die Beurteilung der orthodiagraphisch ermittelten Größenwerte gilt, ist für die durch Fernaufnahme festgestellten Dimensionen zu wiederholen. Auch hier sind feinere Abweichungen von der Norm nur an Hand guter Tabellen feststellbar. Dabei ist zu beachten, daß die physikalisch bedingte Möglichkeit eines Irrtums bei der Fernaufnahme größer als beim Orthodiagramm ist, wie oben schon erörtert wurde.

Wenn man bedenkt, wie viele Irrtumsmöglichkeiten bei der Beurteilung der orthodiagraphischen Maße zu berücksichtigen sind, liegt der Schluß nahe, das Schätzen sei kaum ungenauer denn das Messen. Das wäre aber ein Trugschluß. Die vorstehenden Ausführungen sollen nur zeigen, daß es falsch ist, von einer Vergrößerung von soundso viel Millimeter zu sprechen. Die genau ermittelten Werte müssen nach zuverlässigen Tabellen bewertet werden und sind alsdann maßgebend für die Diagnose: normal, Grenzwert nach oben oder unten, leichte Vergrößerung, deutliche, starke Vergrößerung, deutliche Unterwertigkeit. Die Größe der Abweichung vom Durchschnittswert darf erst angegeben werden, wenn es sich um Zentimeter handelt. Nehmen wir an, die Transversaldimension des Herzens betrage für einen bestimmten Fall laut Tabelle 13,0, unter Berücksichtigung der maßgebenden Faktoren sei aber eine Schwanungsbreite von 2 cm nach oben und unten zulässig, so würden wir bei 15 cm von Grenzwert sprechen, bei 15,5 cm eine leichte Vergrößerung, bei 18 cm eine starke Vergrößerung um mindestens 3 cm festgestellt haben.

Das ganze Verfahren mag in der theoretischen Erörterung umständlich erscheinen. In der Praxis läßt es sich aber leicht durchführen. Immerhin ist der Wunsch berechtigt, eine einfachere Bewertungsmethode der Zahlenbefunde zu finden. Zu den größten Fehlerquellen müssen aber Verfahren werden, die sich auf ein Vergleichsmaß beziehen, das mit der Herzgröße nichts zu tun hat — ich nenne nur die Faustgröße —, oder auf einen ebensolchen Quotienten — ich nenne Körpergröße zu Achselhöhlenabstand.

Eine Ausnahme macht nach dem einstimmigen Urteil der Nachuntersucher — z. B. Hammer, Zondek, Dauzer, Kleemann, Aßmann, Straßburger, Dietlen — der von meinem Bruder und mir ermittelte „Herz-Lungenquotient“. Er stellt die Verhältniszahl: orthodiagraphisch ermittelter Herztransversaldurchmesser TH zu orthodiagraphisch ermitteltem größten Lungentransversaldurchmesser TL dar. Er beträgt bei Untersuchung im Sitzen bei Kindern 1 : 1,9, bei 20jährigen 1 : 1,92, bei 30jährigen 1 : 1,95.

Auch hier würde man ungenaue Resultate erhalten, wollte man diese Verhältniszahlen kritiklos auch für Untersuchungen im Liegen anwenden. Die neuesten Mitteilungen von Dietlen haben aber gezeigt, daß der Herz-Lungenquotient für die Horizontalorthodiagraphie ebenfalls um die Zahl 2 liegt. Er beträgt bei Männern ca. 2,07, und zwar 2,0 bei schräg-, 2,15 bei steil-, 1,9 bei querliegendem Herzen. Man kann sich also nunmehr auch bei der Horizontalorthodiagraphie an zuverlässige Zahlen halten, wenn man den Herz-Lungenquotienten ermitteln will.

Schließlich ist noch darauf hinzuweisen, daß es vollkommen falsch wäre, den Herz-Lungenquotient einer Fernaufnahme nach den vorstehenden Durchschnittszahlen zu beurteilen. Denn wenn schon die Herzausmessung nach dem Fernbild nicht ganz korrekte Zahlen ergibt, so erst recht nicht die Lunge. Hier müßten wir also erst die Aufstellung von Speziatabellen abwarten oder aber

in jedem Falle die größte basale Lungenbreite mit dem Tastzirkel unter Abrechnung der Thoraxwanddicke am Menschen abmessen.

Wir müssen nun noch über die Größenbeurteilung des Aortenschattens und die hierbei unterlaufenden Irrtümer sprechen. Wir können uns hierbei kürzer fassen, da in vieler Beziehung das von den Herzausmessungen Gesagte zu wiederholen wäre.

Auch hier sind wieder die behelfsmäßigen Methoden und Verfahren strikt abzulehnen. Ja wir müssen sagen, daß hier bei nicht kunstgerechtem Vorgehen die Täuschungsmöglichkeit noch viel größer ist als beim Herzen. Aszendens, Arkus und Deszendens liegen in verschiedenen Körperebenen. Sie werden daher im zentralprojizierten Schattenbild ganz verschieden stark verzeichnet. Die Beurteilung der Aortenmaße nach solchen Bildern ist also unzulässig.

Ein Irrtum ist es, wenn z. B. manche Ärzte immer noch glauben, der Schatten der Aorta ascendens des sagittal projizierten Bildes werde von der

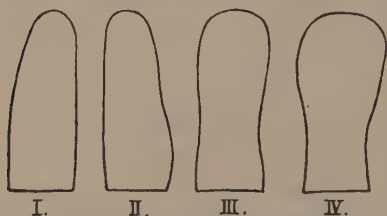


Abb. 5. Die Form des normalen Aortenschattens im ersten schrägen Durchmesser.

I u. II Keilform. III Zapfenform. IV Kolbenform.

Aus Groedel: Röntgendiagnostik der Herz- und Gefäßerkrankungen. Berlin. H. Meuser 1912.

Vena cava überragt, und wenn sie von einer erweiterten Aorta sprechen, weil der Venenschatten nicht sichtbar ist. Gerade das Umgekehrte ist beim Erwachsenen der Fall und auch beim Kind ziemliche Regel. Ich habe darzulegen versucht, daß man an der Leiche nach Freilegung des Herzens die Vena cava superior die Aorta überragen sieht, weil die Aorta post mortem leerläuft und sich kontrahiert, die Vene aber vollläuft und gedehnt wird, daß aber intra vitam gerade umgekehrte Verhältnisse vorliegen.

Ein Irrtum ist es, wenn manche Untersucher glauben, die Aorta ascendens dürfe nicht weiter als der rechte Vorhof

in das rechte Lungenfeld des Röntgenbildes hineinragen. Das hängt ganz von der Lage des Herzens und der Aorta ab. Gleiches gilt auch vom Krümmungsgrad, vom Vorspringen des Aortenbogens in das linke Lungenfeld. Auch hier sind die Raumverhältnisse des Thorax mitbestimmend.

Und endlich ist die falsche Meinung zurückzuweisen, der Deszendenschatten dürfe im Sagittalbild nicht sichtbar werden. Hier kommt es auf das Alter an. In gewissem Alter ist sogar die Sichtbarkeit der Deszendens die Regel.

Lange herrschte die Meinung, man könne aus der Form des Aortenschattens im schrägen Durchmesser eine Vergrößerung feststellen. Es wäre aber ein Irrtum, wollte man aus einem etwa im ersten schrägen Durchmesser kuglig endigenden Aortenschattenband diese Diagnose stellen.

Die Abbildungen 5 u. 6 zeigen, wie verschiedenartig der normale Aortenschatten je nach dem Grad der Drehung ausfallen kann.

Wir müssen eingestehen, daß wir mit unserer derzeitigen Technik nur einen Teil der Brustaorta so darstellen können, daß wir zuverlässige Messungen vornehmen können. Es ist dies im Sagittalbild die A. ascendens, soweit sie sich nicht mit dem Herzschaten kreuzt, der in der Projektion verkürzte Arkus und die A. descendens, soweit sie links seitlich neben dem Aszendenschatten sicht-

bar wird und nicht vom Herzschatten verdeckt ist. In den übrigen Durchleuchtungsrichtungen sind wir technisch nur in der Minderzahl der Fälle in der Lage, eine einwandfreie deutliche Projektion herzustellen.

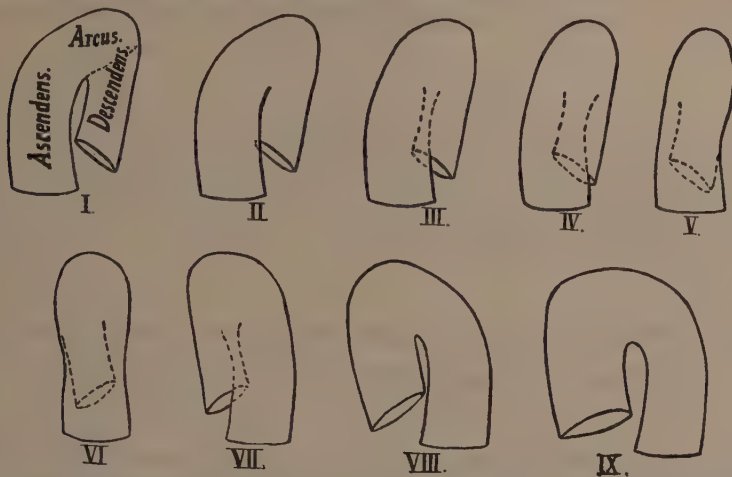


Abb. 6. Projektion der Aorta thoracica bei allmählicher Drehung des Körpers. I Sagittalbild. V u. VI Sagittalbild im ersten schrägen Durchmesser. IX Frontalbild
Aus Groedel: Röntgendiagnostik.

Es müßte also zu Fehlern führen, wollten wir in den schrägen Durchmesser Aortenmessungen vornehmen oder wollten wir mehr messen, als die

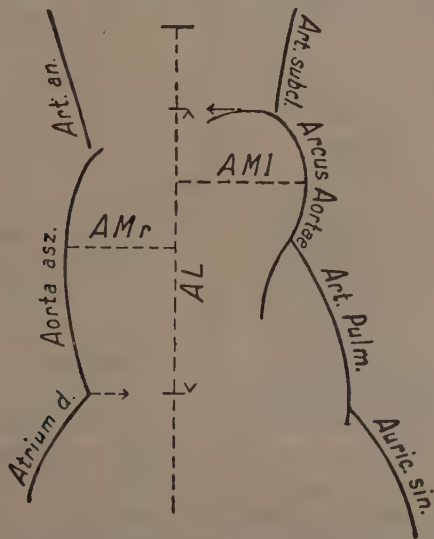


Abb. 7. Ausmessung des Aortenorthodiagramms nach Groedel.
Aus Groedel: Lehrbuch und Atlas.

größte Erhebung des Aortenschattens über das Herz und seine größte Ausladung nach rechts und links von der Mittellinie des Sagittalbildes.

Die Methodik der Ausmessungen ergibt sich aus den Abb. 7. Es bedeutet: AMr = Abstand des (rechten) Gefäßbogens und AMI = des (linken)

Aortenbogens von der Mittellinie. $AT = \text{Transversaldurchmesser} = \text{Summe von } AMr + AMl$. $Al = \text{Länge des sichtbaren Aortenschattens, bezogen auf die Mittellinie}$. Als Durchschnittswerte fand ich:

$$AMr = 2,5$$

$$AMl = 3,1$$

$$AT = 5,6$$

$$Al = 7,3.$$

Aber auch hier würde man zu bedenklichen Fehlschlüssen kommen, würde man nicht bedenken, daß die Maße mit dem Alter zunehmen und daß die gleichen Faktoren, die wir beim Herzen aufführen, das Verhältnis von Aortenschattenhöhe zu Aortenschattenlänge beeinflussen.

Falsche Deutung des Röntgenbildes vom normalen Zirkulationsapparat als Irrtumsquelle.

Für die Deutung des pathologischen Röntgenbildes vom Zirkulationsapparat ist die genaue Kenntnis des normalen Bildes Grundlage, die Kenntnis der normalerweise sichtbaren und darstellbaren Teile Voraussetzung. Wir müssen sonach zunächst die Irrtümer besprechen, die schon in dieser Beziehung häufig gemacht werden oder unterlaufen könnten.

In den ersten Publikationen über das Röntgenbild des Herzens — wir sprechen zunächst vom dorso-ventral projizierten Sagittalbild — wurde der rechte untere Schattenrand der Herzsilhouette noch häufig dem rechten Ventrikel zugesprochen. Am linken Schattenrand blieb besonders die Strecke zwischen Aortenbogen und linkem Ventrikel lange Zeit Streitobjekt. Man diskutierte hin und her, ob dieser Schattenteil vom linken Vorhof, linken Herzohr, von der Pulmonalarterie oder von beiden gebildet wird. Und noch heute sind sich vereinzelt Untersuchungen nicht klar über die Deutung dieser Randstelle.

Die anatomisch-röntgenologische, systematische Forschung gibt aber

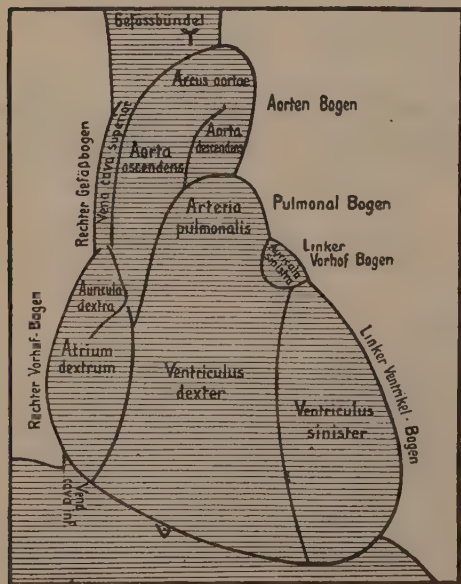


Abb. 8. Anteil der verschiedenen Herz- und Gefäßteile am Mittelschatten des Sagittalbildes. Auf Grund röntgenanatomischer Untersuchungen zusammengestellt.

Aus Groedel: Röntgendiagnostik.

eindeutigen Aufschluß. Sie zeigt uns, etwa wie in Abb. 8 dargestellt, den Anteil der einzelnen Herzhöhlen an der Bildung des sagittal projizierten Herzschatte und die den einzelnen Randbogen entsprechenden Herzteile.

Das Bild, aus dessen Studium sich alles weitere ergibt, wurde so gewonnen,

daß bei uneröffnetem Brustkorb, durch die Vena jugularis und die Carotis dünne Kanülen in die Herzhöhlen eingeführt und die letzteren nun sukzessive mit dünnflüssiger, schattengebender Flüssigkeit gefüllt wurden.

Es sollte hiernach nicht schwer sein, sich auf einer Thoraxplatte zurechtzufinden oder in einem Orthodiagramm die Randbogen korrekt so einzuzichnen, wie es Abb. 8 zeigt.

Dabei sollte uns die Beobachtung der Pulsationserscheinungen am Schattenrande die Arbeit noch erleichtern. Denn die pulsatorischen Vorgänge sind an den verschiedenen Randstellen in ganz charakteristischer Weise differierend.

So sehen wir am rechten unteren (Vorhof) Bogen und am linken Vorhofbogen weiche, flatternde Pulsationen, im Gegensatz zu den kräftig pumpenden Exkursionen des linken unteren (Ventrikel) Bogens. Am rechten oberen und den beiden linken oberen Bogen, den Gefäßbogen, sind die Bewegungen ebenfalls kräftiger, sie alternieren gleichzeitig mit den beiden unteren Bogen, und linker Aorten- und Pulmonalbogen laufen sich in ihren Bewegungen zeitlich etwas nach.

Wenn trotzdem auch heute noch das Sagittalbild gelegentlich irrtümlich gedeutet wird, so ist dies nur die Folge mangelhafter Schulung im Lesen des Röntgenbildes. Die häufigsten Fehler, die in dieser Beziehung unterlaufen sind, rechter unterer und

oberer Bogen, werden nicht richtig gegeneinander abgesetzt, die meist sichtbare Vena cava inferior (V in Abb. 9) wird noch zum unteren Bogen zugerechnet, die Umbiegungsstelle des oberen rechten Bogens, seine Kreuzung mit den Gefäßbündelschatten wird nicht gefunden. Am linken Rand werden die beiden mittleren Bogen oft nicht voneinander oder gar vom unteren Bogen differenziert. Der wichtigste Irrtum entsteht aber dann, wenn das links unten sehr oft sichtbare Perikard (P in Abb. 9) noch dem linken Bogen zugerechnet wird.

Sind nur gar die Verhältnisse des Lungenbildes anormal, so werden nicht selten Lungenschatten zum Herzschaten einbezogen. Es passiert dies besonders bei verstärkter Hiluszeichnung. Es wird dann links die Abgrenzung der beiden Mittelbogen, rechts diejenige der beiden Bogen erschwert.

Von anormalen abdominalen Zuständen führt manchmal starker Luftgehalt des Magens (große Magenblase) zu irrtümlicher Abgrenzung der Herz-

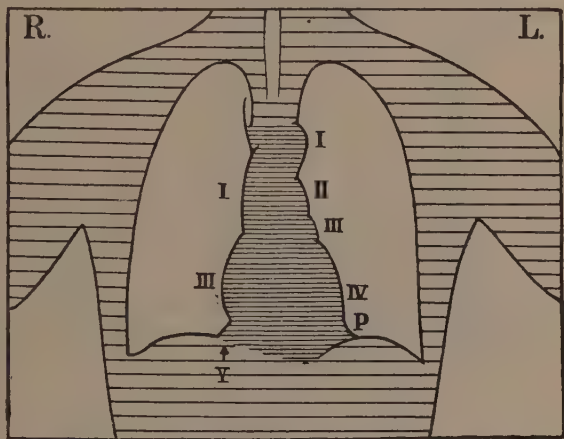


Abb. 9. Dorsoventrales sagittalprojiziertes Bild des Herzens.

Rechts: I rechter Gefäßbogen. III rechter Vorhofbogen. V Vena cava inf. Links: I Aortenbogen. II Pulmonalbogen. III linker Vorhofbogen. IV linker Ventrikelbogen.

Aus Groedel: Lehrbuch und Atlas.

spitze. Die Magenblase bedingt starke Sekundärstrahlenerzeugung, diese wiederum eine Verschleierung der nächstgelegenen Herzpartien, eben der Herzspitze. Durch Abblenden und genaues Zusehen läßt sich aber auch dieser Fehler vermeiden.

In den übrigen Durchleuchtungsrichtungen — der frontalen (Abb. 10) und den schrägen (Abb. 11) — ist die Orientierung auch für den Erfahrenen recht schwierig. Um so größer ist die Irrtumsmöglichkeit für den Anfänger. Er vergleiche daher stets seine Bilder mit Normalaufnahmen. Die beiden Skizzen, Abb. 10 und 11, erklären die Genese der Schattenrandbogen.

Bezüglich der Irrtumsmöglichkeit bei der Abgrenzung der großen, vom Herzen ausgehenden und zu ihm führenden Gefäße haben wir hiermit ebenfalls das Wichtigste gesagt. Daß die Vena cava superior im Sagittalbild

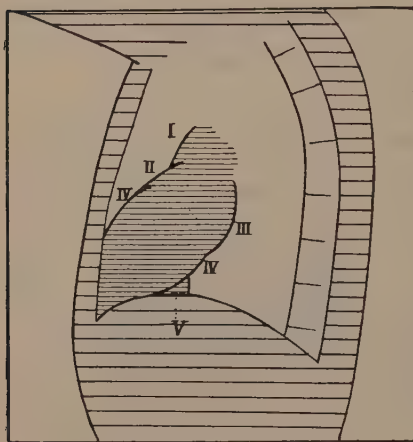


Abb. 10. Dextro-sinistral, frontal projiziertes Bild des Herzens.

Oberer Rand: I Aortenbogen. II Pulmonalbogen. IV rechter Ventrikelbogen. Unterer Rand: III linker Vorhofbogen. IV linker Ventrikelbogen. V Vena cava inf.

Aus Groedel: Lehrbuch und Atlas.

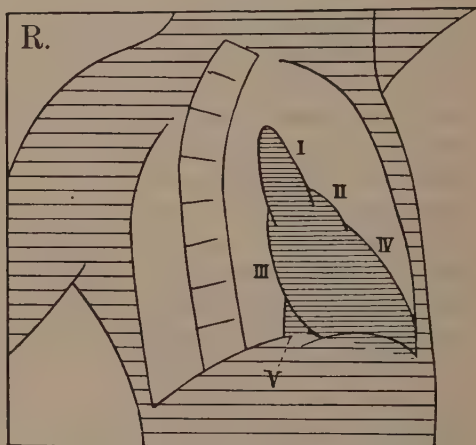


Abb. 11. Das Herz im ersten (dorsoventralen) schrägen Durchmesser.

Links: I Aortenbogen. II Pulmonalbogen. IV linker Ventrikelbogen. Rechts: III linker Ventrikelbogen. V Vena cava inf.

Aus Groedel: Lehrbuch und Atlas.

nicht randbildend ist, wurde schon weiter vorn erwähnt. Für die Beurteilung der Aorta ist der Wirbelsäulenschatten im Sagittalbild schon normalerweise hinderlich. Liegt gar eine Skoliose der Thoraxwirbelsäule vor, so verwechselt der Anfänger Wirbelsäulenrand und Aortenschattenrand durchaus nicht selten und durchaus nicht nur bei leichten Fällen von Deformierung der Wirbelsäule.

Die großen, nach oben abzweigenden Gefäße sind bei jugendlichen Individuen kaum darzustellen. Im höheren Alter lassen sie sich aber meist so wie in Abb. 12 differenzieren. Dem Ungeübten passiert nicht selten die Verwechslung dieses Schattens mit einer substernalen Struma. Sogar Operationen wurden schon auf Grund solcher Fehldiagnosen ausgeführt. Genaue Beobachtung der Pulsationerscheinungen sollte vor solchem Mißgeschick bewahren.

Der Vollständigkeit wegen sei schließlich noch erwähnt, daß wir alle übrigen Gefäße, vor allem die peripheren, ferner die abdominalen, die Herzgefäße und

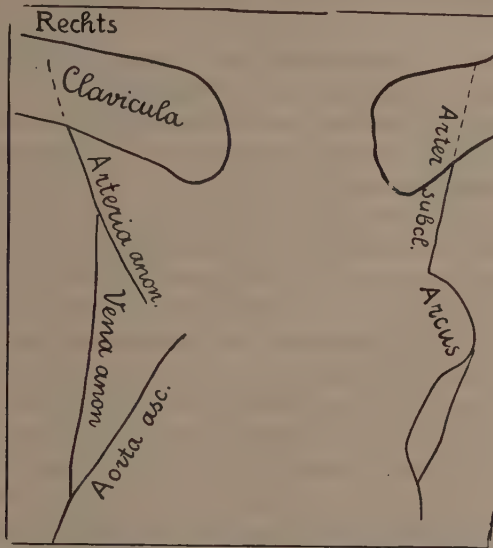


Abb. 12. Die im Röntgenbild sichtbaren großen intrathorakalen Gefäße.

die Lungengefäße normalerweise nicht von ihrer Umgebung differenzieren können, wenigstens nicht mit den uns zur Zeit zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln. Gleiches gilt vom strömenden Blut und vor allem vom Herzinnern.

Falsche Deutung des Röntgenbildes vom pathologischen Zirkulationsapparat als Irrtumsquelle.

Im Laufe der vorstehenden Erörterungen wurden bereits Faktoren erwähnt, die im Röntgenbild des normalen Zirkulationsapparates pathologische Verhältnisse vortäuschen können. Es sind dies besonders Veränderungen in der Umgebung des Herzens: Verbiegungen der Wirbelsäule können zur Annahme einer Vergrößerung der Aorta oder des Herzens verleiten; gleiches gilt von pathologischen Lungenschatten, die dem Herzgefäßschatten angelagert sind; besonders sind diesbezüglich zu erwähnen die dem Herzschatte aufsitzen den verstärkten Hilusschatten, die der Aorta aufsitzen den Drüsen- und Tumorschatten; allgemeine Brustkorbdeformitäten (Trichterbrust, Hühnerbrust usw.), ebenso Zwerchfellhochstand (Adipositas, Gravidität, Bauchtumoren, Eventratio diaphragmatica) mögen gelegentlich zu irrtümlicher Diagnose einer Herzvergrößerung und Aortenverbreiterung führen, Tiefstand der Zwerchfellkuppen (Emphysem, asthenischer Habitus z. B.) zu der einer Verkleinerung.

Noch häufiger aber wird vom Untersucher eine festgestellte Lageanomalie falsch gedeutet. Es ist z. B. nicht einerlei, ob ein Herz durch einen Erguß im Thoraxraum nach der gesunden Seite verdrängt oder durch Schwarten in die kranke Seite hineingezogen ist. Ich habe hiermit gleichzeitig die Regel wiedergegeben, nach der die Beurteilung zu erfolgen hat: Verlagerung des

Herzens nach der gesunden Seite, gleich Erguß, nach der erkrankten Lungen-
seite, gleich Schwarte. Andererseits werden oft Verlagerungen, die röntgeno-
logisch und anamnestisch eindeutig als durch pleuritische Verwachsungen,
also als erworben, erkannt werden könnten, für kongenitale Anomalien gehalten,
eine Dextrokardie z. B. angenommen, wo es sich um Dextropositio handelt.
Therapeutisch besonders wichtig ist die Erkennung der Perikardadhäsionen, der
mediastino-perikardialen Verwachsungen insonderheit. Sie werden so oft über-
sehen, weil die respiratorischen Lokomotionen des Herzschatens nicht ge-
nügend beachtet werden.

Und auch bei der Beurteilung der großen intrathorakalen Gefäße
unterlaufen ähnliche Irrtümer. Sehr häufig wird die Aorta als verbreitert be-
zeichnet. Sieht man genauer zu, erkennt man, daß das Gefäßband durch eine
Raumanomalie des Brustkorbes breitgedrückt ist. Oder man findet in einem
Befundbericht vermerkt: Aortenbogen auffallend weit in das linke Lungen-
feld vorspringend. Die Platte zeigt aber, daß eine schmale substernale Struma
den Arkus nach unten und links abdrängt. Gleiches gilt von den großen, kopf-
wärts verlaufenden Gefäßen. Andererseits wird bei dem charakteristischen
Befund der Aorta elongata (Aszendenslänge des Aortenschattens gleich dop-
pelte Normallänge und mehr) oft normaler Befund angenommen, weil die Aorten-
breite der Norm entspricht. Eine Verbreiterung der Vena cava superior bei
Basedow, Trikuspidalinsuffizienz usw. wird schließlich derjenige nicht er-
kennen, der das Sichtbarwerden des Venenschattens neben dem Aszendens-
schatten für normal hält.

Besonders leicht übersehen werden abnorme Dichtigkeitsunter-
schiede und abnorme Schattenbildungen im Herzgefäßschatten, teils ihrer
relativen Seltenheit, teils der technischen Schwierigkeiten wegen. Auf ein-
fachen Übersichtsbildern sind sie ebensohäufig nicht sichtbar wie bei der ein-
fachen Durchleuchtung. Meist werden sie nur bei stark abgeblendeter Röhre
sichtbar und durch Blendenaufnahmen darstellbar. Vielleicht helfen uns
Sekundärstrahlenvorderblenden zu häufigeren Diagnosen. Andererseits werden
aber auch Schatten, die nichts mit dem Zirkulationsapparat zu tun haben,
irrtümlicherweise als ihm angehörig bezeichnet.

Isolierte Kalkablagerungen in der Aorta werden dann darstellbar,
wenn sie tangential von den Röntgenstrahlen getroffen werden. Sie erscheinen
somit an den jeweiligen lateralen Schattenrändern des Aortenschattens. Über
die technischen Kunstgriffe für ihre Darstellung sprachen wir eben. Derartige
Schattenbildungen werden aber nicht nur übersehen, sie werden auch manch-
mal fälschlich angenommen. Nicht selten liegen nämlich verkalkte Mediastinal-
drüsen dem Aortenschatten so dicht an, daß man annehmen möchte, sie ge-
hörten zu ihm.

Stärkere allgemeine Verkalkungen der Aorta mögen vielleicht hie
und da zu einer Verdunklung des Aortenschattens führen. Im Vergleich zu der
Seltenheit solcher Befunde an der Leiche kommt mir aber die Zahl der röntgeno-
logisch diagnostizierten Fälle auffallend groß vor. Ich möchte annehmen, daß
bei dem Bild der ausgedehnten Aortenverkalkung bei guter Röntgentechnik
so gut wie an der Leiche auch im Aortenschatten große Schattenplaques ge-
funden werden müßten. Jedoch ist zuzugeben, daß in manchen — allerdings
sehr seltenen — Fällen das Aortenbild auffallend dunkel erscheint. Daß hieran

eine Wandverkalkung schuld sei, dürfen wir aber nur dann annehmen, wenn zwei Täuschungsmöglichkeiten ausgeschlossen sind. Die erste ist technischer Art: je weicher die Strahlung, um so kontrastreicher wird das Thoraxbild. Die zweite ist anatomischer Art: je größer der Querschnitt der Aorta, um so tiefer der Aortenschatten. Geringe Grade von Erweiterung der Aorta führen meiner Erfahrung nach dann besonders zu einer Verstärkung des Aortenschattens, wenn gleichzeitig als Folge allgemeinen Kräfteverfalls die Thoraxwand muskel- und fettarm geworden ist, also bei Karzinose und bei manchen Menschen mit allgemeiner Arteriosklerose. In diesen Fällen sehen wir dann ja auch die ganze Brustaorta in allen ihren Abschnitten und fast in jeder Strahlenrichtung deutlich dargestellt. Einen derartigen Fall publizierte ich 1913 in Bd. XX der Fortschritte.

Verkalkung der Koronargefäße ist ebenfalls schon röntgenologisch diagnostiziert worden. Es waren aber sicher Fehlschlüsse. Denn zur Zeit können wir die bekanntlich recht häufige Koronarverkalkung noch nicht intra vitam darstellen. Abgesehen hiervon wäre die Diagnose „Angina pectoris vera“ in solchen Fällen nicht richtig. Lumenverminderung der Koronargefäße führt zu diesem Krankheitsbild.

Gleiches wäre von der interessantesten, auf Veränderung peripherer Gefäße beruhenden Krankheit: dem intermittierenden Hinken zu sagen. Im höheren Alter findet man bei einem großen Prozentsatz der Menschen die Fußgefäße und die distalen Teile der Beingefäße verkalkt, im Röntgenbild sichtbar. Ich glaube, daß aber bei 90% dieser Fälle die Zirkulation hierdurch nicht beeinträchtigt wird — im Gegensatz zu der Ansicht der meisten Untersucher, die unglückseligerweise einmal diesen Befund erheben. Die Ursache der Claudicatio intermittens sitzt jedenfalls viel höher und beruht entweder auf einer lokalisierten Entarteritis obliterans oder auf Gefäßspasmen. Beide Zustände können wir aber röntgenologisch nicht nachweisen.

Ebensowenig ist bei Erkrankungen der peripheren Venen, speziell bei Phlebitis, ein Röntgenbefund zu erheben. Die oft auf Platten zufällig dargestellten Venensteine und Venenverkalkungen dürften nicht zur Klärung subjektiver Krankheitserscheinungen genügen. Andererseits geben sie häufig Anlaß zu Fehldiagnosen (Uretersteine z. B.). Wir können wohl sagen, daß die Röntgenbefunde, die wir mit unserer derzeitigen Technik an den peripheren Gefäßen erheben können, diagnostisch kaum verwertbar sind.

Technisch wieder weniger leicht, aber diagnostisch recht wichtig ist der Nachweis von Kalkablagerungen im Perikard. Die technischen Schwierigkeiten mögen vielleicht mit der Zeit überwunden werden und dann die Fälle häufiger diagnostiziert werden. Seitdem ich 1909 einen der ersten Fälle im Band 16 der „Fortschritte“ mitgeteilt habe, sind nur wenige weitere Bilder von Perikardverkalkung und Panzerherz mitgeteilt worden. Jedenfalls sollte man nicht versäumen, wenn klinisch der Verdacht vorliegt, mit kleiner Blende zu durchleuchten und Blenden- resp. Teilaufnahmen des Herzens zu machen. Man hüte sich aber, aus der Masse und Größe der Schatten einen Schluß auf den Grad der Verkalkung zu ziehen. Erst kürzlich konnte ich wieder einen Fall beobachten, bei dem jeweils nur an den tangentialen Partien des Herzschattens eine feine Schattenspange zu sehen war. Die Operation zeigte aber, daß fingerdicke Kalkablagerungen das Herz einhüllten.

Bei der frischen exsudativen Perikarditis haben einige Autoren den Herzschatten vom Exsudatschatten differenzieren können. Physikalisch läßt sich das nicht verstehen. Wir müssen sonach abwarten, ob die Zukunft diese Möglichkeit bestätigt. In einigen Fällen lag sicherlich eine Täuschung vor. Es war offenbar ein Senkungsabszess oder das Exsudat einer Pleuritis mediastinalis posterior so im Retrokardialraum gelagert, daß es im Schattenbild den Herzschatten überlagerte. Überhaupt ist das Bild der Pericarditis exsudativa noch zu wenig studiert.

Daß die Herzhöhlen normalerweise nicht sichtbar sind, ist jedem Laien bekannt. Wieweit man sie an den Schattenrandpartien differenzieren kann, wurde schon erwähnt. Unter pathologischen Umständen sieht man sie aber gelegentlich als teilweise abgrenzbare Schatten. Diese Fälle sind noch wenig

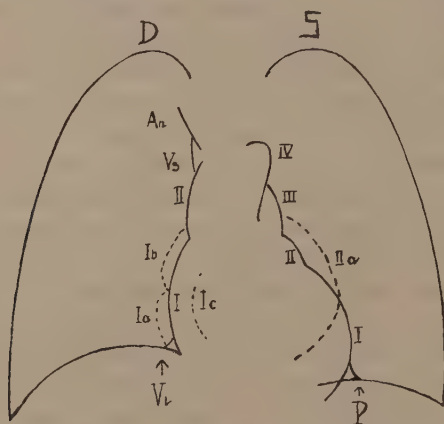


Abb. 13. Sichtbarkeit der Herzteile in der Röntgensilhouette.

Es bedeutet: D: rechte Seite, S: linke Seite. Rechts: I: rechter Vorhofbogen, Ia: rechter Vorhof, Ib: rechter Herzohrbogen, Ic: linker Vorhofbogen. II: Aorta ascendens, Vi: Vena cava inferior, Vs: Vena cava superior. An: A. Anonyma. Links: I: linker Ventrikelbogen, II: linker Herzohrbogen, IIa: linker Vorhofbogen, III: Pulmonalbogen, IV: Aortenbogen, P: Perikard.

bekannt und werden fast stets falsch gedeutet. Entweder werden die Schattengebilde für Verkalkungen gehalten oder für Herzaneurysmen (die bisher intra vitam noch nicht röntgenologisch festgestellt werden konnten), sie werden auf falsche Herzhöhlen bezogen oder überhaupt nicht erkannt. Im letzteren Falle war die Technik nicht einwandfrei. Da die verschiedenen Autoren in der Deutung dieser abnormen Schatten noch nicht ganz einig sind, will ich sie an Hand der schematischen Abbildung 13 kurz schildern.

Die normalen Randbögen sind aus der Abbildung und den darunter vermerkten Bezeichnungen zu erkennen. Die selteneren anormalen Schattenränder sind punktiert gezeichnet. In der linken Hälfte der Schattensilhouette sehen wir manchmal den Schatten IIa den Schattenrand I kreuzen und dunkler als diesen. Es sind dies Fälle mit abnorm starker Ausdehnung des linken Vorhofes. Bei anderen Patienten sehen wir rechts etwa der Linie Ic entsprechend gelegentlich einen tieferen Schatten im Schatten des rechten Vorhofes. Auch dieser Schatten entspricht dem abnorm stark dilatierten linken Vorhof. Da-

gegen dürfte die nicht seltene Unterteilung des rechten Bogens I in Bogen Ia und Ib, die wir besonders bei Trikuspidalinsuffizienz und dekompensierten Vitien finden, durch Überdehnung des rechten Herzohres bedingt sein. Es entspricht dann der obere Bogen Ib dem Herzohr, der untere Ia dem Vorhof. Nicht ausgeschlossen ist es, daß die gleiche Erscheinung einmal durch Übertreten des linken dilatierten Vorhofs nach rechts hervorgerufen wird (Ib), es gehört dies aber wohl zu den besonders großen Seltenheiten.

Bei den anormalen Schattenbildungen sind auch kurz die Fremdkörperschatten zu erwähnen. In Frage kommen eigentlich nur die Herzsteckschüsse. Hier werden diagnostische Fehler von besonders schwerwiegender Bedeutung bezüglich der Lokalisation unterlaufen können, wenn man nicht die folgenden relativ einfachen Regeln beachtet.

Ein Geschoß, dessen Schatten sich bei Betrachtung in sämtlichen Strahlrichtungen vom Herzschatte nicht isolieren läßt, steckt im Herzen. Ragt bei einer bestimmten Stellung das Geschoß in das Lungenbild, so ist es nicht vollkommen eingedrungen. Liegt der Geschoßschatten bei einer bestimmten Stellung dem Herzschatte dicht auf und führt pulsatorische Bewegungen aus, so liegt es im Herzbeutel. Liegt das Geschoß bei allen Körperstellungen vollkommen im Herzschatte und „pulsiert“, so kann man die genaue Lage ermitteln, wenn man festgestellt hat, bei welcher Drehung die Distanz des Geschoßschattens vom Herzschattrand am geringsten ist. Ein in der Herzhöhle liegendes Geschoß führt tanzende Bewegungen aus, verändert seine Lage.

Die größte Bedeutung für die röntgenologische Herzdiagnostik kommt bekanntlich den Formveränderungen des Herzschatte zu. Diesbezüglich sollten eigentlich Irrtümer heute nicht mehr unterlaufen. Schlechte Technik (zu geringe Abblendung) und ungenügende Schulung im Röntgenlesen können aber zu Fehlresultaten führen, indem die Randbogen nicht richtig gegeneinander abgesetzt werden. Die Kugelform des Schatte bei Mitralinsuffizienz, die liegende Walzenform bei Aortenstenose, die Entenform (liegende Walzenform mit aufsitzendem, verbreiterem Aortenband) bei Aorteninsuffizienz sind kaum zu mißdeuten. Bei der Birnform der Mitralstenose wird oft die Langstreckung des linken Vorhofbogens, die Verkleinerung des Ventrikelbogens nicht deutlich herausgeholt. Bei der Persistenz des Ductus Botalli und bei Stauungen im kleinen Kreislauf fällt manchmal die Abgrenzung des Pulmonalbogens vom linken Vorhofbogen etwas schwer. Derjenige Untersucher aber verdient die Titulatur „Röntgenphotograph“, der das Kugelherz eines Nephritikers oder das „verwaschene Kugelherz“ bei einer exsudativen Perikarditis als Mitralherz anspricht. Das kann nur bei Vernachlässigung des klinischen Bildes passieren.

Viel schwieriger ist die Entscheidung, ob die Form eines Herzschatte für Hypertrophie oder Dilatation spricht. Seitdem ich die schlaffe Beutelform der Myodegeneratio beschrieben habe, haben verschiedene Autoren das schlaffe Herz (auch ohne eigentliche Myodegeneratio) dutzendweise festgestellt. Ich mußte diese Befunde oft als irrig bezeichnen. Auch die verschiedenen Hilfsverfahren, die angegeben wurden, um den „Herztonus“ festzustellen, sind irreführend. Nur wenn in jeder Atemphase die Herzränder ihre Bogenform vermischen lassen, der Herzschatte dem Zwerchfell als schlaffer Beutel aufsitzt, handelt es sich um ein schlaffes Herz — z. B. bei Myodegeneratio, dann vergrößert, und bei

Hypoplasie, dann abnorm klein. Sind gleichzeitig die Herzmaße übernormal, liegt eine Dilatation vor — z.B. bei Myodegeneratio und bei relativer Trikuspidalinsuffizienz, bei der meist nur der rechte untere Bogen schlaaffe Beutelform zeigt. Umgekehrt können wir selbstverständlich bei besonders stark und scharf ausgeprägter Bogenbildung an eine Hypertrophie denken. Beispiele sind das Mitraltharz, das Aortenharz und das kuglige Nephritikerharz. Man soll aber mit dieser Röntgendiagnose sparsam umgehen, man schiebt sonst, wie manche Untersucher, die Grenze gegenüber dem normal geschwungenen Bogen immer weiter hinaus und diagnostiziert — wie das geschehen — bei Asthenikern und Neurasthenikern trotz klinisch einwandfreiem Harzbefund eine Hypertrophie. Wie schon eingangs erwähnt, befinden wir uns gerade in dieser Beziehung in einer Überwertungsperiode.

Hier darf auch angefügt werden, daß manche Untersucher die Lungenerscheinungen bei kardialer Insuffizienz zu oft diagnostizieren. Das von mir beschriebene Lungenbild des dekompensierten Harzens (knollige Verdichtungen in der Hilusgegend, erst im Stadium höchster Insuffizienz Verdunkelung der ganzen Lunge) ist zwar leicht zu erkennen. Es darf aber nur unter Berücksichtigung des ganzen Krankheitsbildes die Diagnose „röntgenologischer Befund einer Dekompensation“ ausgesprochen werden. Sonst kann dem Anfänger passieren, daß er aus einer harmlosen Bronchitis — um nur ein Beispiel zu nennen — einen schweren Fall macht.

Über die Formveränderungen des Aortenschattens ist dem bezüglich des vergrößerten und verlagerten Schattenbandes und der Täuschungsquellen Gesagten nicht viel beizufügen. Manche Autoren haben versucht, für dieluetische verbreiterte Aorta besondere Formcharakteristika zu finden. Ich konnte mich von der Möglichkeit dieser röntgenologischen Differentialdiagnose nicht überzeugen, muß also diesbezüglich vor der Irrtumsgefahr warnen.

Zum Schluß ist noch einiges über das Aortenaneurysma zu sagen. So charakteristisch das Schattenbild bei ausgesprochenen Fällen von scharf abgesetzten Aneurysmen ist, so schwierig ist oft die Entscheidung, ob es sich um eine diffuse allgemeine, starke Dilatation oder um eine aneurysmatische Erweiterung des Gefäßes handelt. Diesbezüglich ist dann aber nicht von einer Fehldiagnose zu sprechen, denn der Pathologe kann uns hierüber oft kaum Aufschluß geben.

Viel schwieriger ist dagegen häufig die Entscheidung, ob ein Aneurysma oder ein der Aorta aufsitzender Tumor vorliegt. Erste Pflicht des Untersuchers ist natürlich festzustellen, ob sich das Schattengebilde bei irgendeiner Strahlenrichtung vom Aortenschatten trennen läßt. Ist dies zu verneinen, so ist folgende Überlegung zu machen: Aneurysmen pulsieren ballonartig, sie erweitern und verschmälern sich allseitig. Sie pulsieren eventuell aber auch gar nicht, besonders die großen. Geschwülste zeigen keine oder reitende Pulsation. Ihr Schattenrand ist meist zackig, man sieht Ausläufer nach der Umgebung. Strumen, Zysten usw. sind aber wieder meist scharf begrenzt, oft kaum höckerig. Andererseits müssen Aneurysmen nicht immer scharfrandige Schatten zeigen. Auch sie vermögen durch pleuritische Verwachsungen usw. verwaschene Grenzen aufzuweisen. Die bekannten Verdrängungserscheinungen der Nachbarorgane (Trachea besonders) und die Drucksymptome auf Nerven und Thoraxwand können in beiden Fällen auftreten, was wohl auch von den verschiedenen

klinischen Symptomen (Pulsdifferenz z. B.) gesagt werden dürfte. Und auch für das Aneurysma dissecans (ich habe den einzig seither beobachteten Fall im Lehrbuch der Röntgendiagnostik, Enzyklopädie der klinischen Medizin, Julius Springers Verlag 1924, beschrieben) läßt sich nicht sagen, daß die schornsteinartige, dem Herzen aufsitzende Schattenfigur absolut charakteristisch sei.

So sehen wir, daß selbst für die Röntgendiagnose des Aortenaneurysmas eine ganze Reihe von Irrtumsmöglichkeiten gegeben ist, ja, daß wir nicht selten hier röntgenologisch nicht viel weiter kommen als mit den übrigen klinischen Methoden. Und das bei einem Krankheitsbild, dessen exakte Feststellbarkeit in den allerersten Tagen der Röntgenära gesichert schien.

Nichts dürfte geeigneter sein als dieses Beispiel, uns zu zeigen, daß wir, so stolz wir auch auf das Erreichte, auf die Sicherung und Verfeinerung unseres diagnostischen Könnens durch die Röntgenmethode sein dürfen, doch nie die vielen Irrtumsmöglichkeiten vergessen dürfen. Die Leistungsgrenzen und die Fehlerquellen einer Methode zu erkennen, nicht mehr zu verlangen und zu versprechen als möglich, gehört zu den wichtigsten Vorbedingungen der Meisterschaft.

Irrtümer der Röntgendiagnostik der Harnorgane

Von

Professor Dr. Fedor Haenisch

Mit 17 Textabbildungen

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorbemerkungen	197
Vorbereitung des Patienten	198
Fehler in der Technik	199
Irrtümer infolge unvollständiger Untersuchung	200
Beurteilung der Plattenqualität	202
Deutung der Platten bei der Konkrementdiagnostik	204
Fehlerquellen bei „Steinschatten“	206
Fehler infolge Lagewechsel der Steine	207
Klinische Bewertung der Steinschatten	208
Fehlerhafte Prognose	209
Beurteilung negativer Befunde	209
Diagnostische Beurteilung des Nierenschattens	210
Beurteilung der Füllungsbilder des Nierenhohlraumes	210
Blasenbilder	212

Wie auf allen Gebieten der Medizin kommen auch in der Röntgenologie falsche Diagnosen häufig vor. Neben unvermeidlichen Irrtümern findet sich hierunter eine erhebliche Anzahl von Fehldiagnosen, die vermeidbar wären. Diese sind begründet in falscher Anwendung des Röntgenverfahrens, in fehlerhafter Technik oder in falscher Deutung des Befundes. Für die letztere Gruppe möchte ich besonders zwei Punkte hervorheben. Einmal gibt es immer noch Ärzte, welche glauben, die allgemeine ärztliche Ausbildung genüge zur Deutung eines Röntgenbefundes. Diese sind sich also der unzähligen Klippen und Fehlerquellen nicht bewußt, die teils in der Technik, teils in der besonderen Eigenart des Röntgenogramms liegen, verschieden dichte Schatten verschiedener Organe in verschiedenen Tiefenlagen des Körpers neben-, über- und ineinander auf eine Ebene zu projizieren, wodurch unter Umständen scharf markierte Teilbilder entstehen können, welche überhaupt keinem bestimmten Organteil entsprechen, sondern ihre Entstehung der Projektion von Konturteilen ganz verschiedener, nicht zusammengehöriger anatomischer Substrate verdanken. Fast ebenso gefährlich wie diese oft unbewußte Nichtachtung der erforderlichen fachärztlichen Ausbildung ist das entgegengesetzte Extrem, die spezialistische Einseitigkeit, die dazu verführen kann, zuviel allein aus einem Röntgenogramm ablesen zu wollen, ohne den innigsten Kontakt mit den übrigen Untersuchungsmethoden und -befunden zu wahren und das klinische Gesamtbild des Falles im Auge zu behalten.

In den folgenden Zeilen wollen wir versuchen, diese Fragen im einzelnen für das Gebiet des uropoetischen Systems zu erörtern und neben den Gründen für die häufigsten Fehldiagnosen die Mittel und Wege besprechen, wie solche zu vermeiden sind oder mit den Worten unseres Herrn Herausgebers im besonderen hervorheben: „Wie man es nicht machen darf.“

Gerade in der Röntgendiagnostik des uropoetischen Systems hängt ganz besonders viel von der Qualität der Technik ab, was um so mehr ins Gewicht fällt, als die Beherrschung einer tadellosen Technik auf diesem Gebiete nicht immer ganz leicht ist.

Es ist aber ein leider immer wieder anzutreffender, nicht genug zu verurteilender Fehler, auf Grund eines technisch unzureichenden Röntgenogramms eine Nierensteindiagnose basieren zu wollen. Besser ist gar keine Röntgenuntersuchung, als eine technisch schlecht durchgeführte, da auch diese leicht in ihrer Wertigkeit überschätzt wird und eine Irreführung der klinischen Beurteilung die Folge ist. Man vergegenwärtige sich stets die Tatsache, daß das Röntgenbild nie versagt hat, wohl aber oft die Technik und Kritik des Untersuchers. Daß dem weniger Geübten eine schwierige Aufnahme, zu deren Einübung er vielleicht auch zu selten Gelegenheit hat, mißlingt, ist ohne weiteres klar. Ebenso selbstverständlich muß es aber sein, daß mangelhafte Negative

keine Grundlage für eine Röntgendiagnose sind, sie eignen sich für eine Diagnosenstellung ebensowenig, wie eine fehlerhaft ausgeführte Perkussion, z. B. mit hohl aufgelegtem Finger.

Da bei der Röntgenuntersuchung des uropoetischen Systems gewisse Bezirke der Bauchhaut — notwendige Überschneidung der Einstellungsfelder —, besonders wenn noch Kontrollplatten sich als nötig erweisen, bekanntlich ohnehin auf ihre Toleranz manchmal wesentlich beansprucht werden, versäume man nie, sich vor der Untersuchung zu vergewissern, ob und wann evtl. schon von anderer Seite Aufnahmen gemacht worden sind. Die Unkenntnis dieser Tatsachen schützt nicht vor der Verantwortung.

Ein häufig zu beobachtender Fehler ist die ungenügende Vorbereitung des Patienten. Ohne gründliche Reinigung des Darmes soll eine Nierenuntersuchung nicht vorgenommen werden. Ein Abführmittel zu verordnen genügt nicht. Da der Röntgenuntersucher den Patienten wohl meist nicht ausreichend ärztlich kennt, kann es auch vorkommen, daß das Abführmittel die Obstipation noch verstärkt. Empfehlenswerter ist eine Reinigung durch hohe Einläufe am Vorabend und Morgen des Untersuchungstages. Der Dickdarm muß von Speiseresten, Fruchtkernen, evtl. Medikamentenresten usw. leer sein, da Darminhalt, besonders im Coekum und Aszendens sowie in der Ampulle sehr störend wirkt; so haben z. B. Wismut-, Eisen- und Salolreste zu Verwechslungen mit Steinschatten Veranlassung gegeben. Auch Darmgase, durch welche die sehr hinderliche Hautstrenzeichnung des Darmes verstärkt wird, werden nach meiner Erfahrung durch Einläufe besser als durch Abführmittel ausgeschaltet.

Des weiteren versäume man niemals, sich den Rücken der Patienten auf Warzen, kleine Lipoma pendula oder anderweitige zirkumskripte Hautverdickungen, Pflaster oder metallhaltige Einreibungen hin anzusehen. Diese kleine Mühe schützt vor späteren diagnostischen Schwierigkeiten oder Irrtümern. Ebenso vergewissere man sich, daß sich im letzten Augenblick nicht etwa noch Kleidungsstücke — Knöpfe an Unterjacken oder Beinkleidern — zwischen Haut und Kassette eingeschoben haben. Hierüber später bei Besprechung der Diagnostik noch einige Worte.

Nierenaufnahmen mißlingen oft oder Steinschatten kommen nicht zur Darstellung, weil insbesondere bei starken Patienten in der Befürchtung, „nicht durchzukommen“, viel zu harte Röhren benutzt werden. Durch harte Röhren wird der Kontrast vermindert, zarte Weichteil- oder Konkrementeschatten werden „fortgeleuchtet“, durch die gesteigerte Sekundärstrahlung des Körpers werden die Platten verschleiert, die Dichtigkeitsdifferenzen, auf deren optimale Wiedergabe wir allein angewiesen sind, gehen verloren.

Man wähle die Röhre stets so weich, daß sie bei der jeweiligen Dicke des zu Untersuchenden gerade noch die ausreichende Penetrationskraft besitzt. Eine zu weiche oder überregulierte Röhre setze man sofort ab und versuche nicht, durch Verlängern der Exposition den Mangel auszugleichen, es sei denn, daß man ein zufällig schnell härtendes Exemplar vor sich hat. Aus Beschreibungen ist aber bei der Mannigfaltigkeit der Apparate- und Röhrentypen bekanntlich die richtige Wahl der Röhrenqualität, Belastung und Expositionszeit nicht zu erlernen.

Auf eine gute Abblendung sollte bei Nierenaufnahmen nicht verzichtet werden; je mehr Sekundärstrahlen ausgeschaltet werden, je besser werden die

Kontraste. Große Übersichtsaufnahmen des ganzen uropoetischen Systems sind nicht zu empfehlen, erstens glücken sie für den Steinnachweis oder die Darstellung der Nierenschatten selten in der erforderlichen Qualität und zweitens ist auch bei leidlich guten Platten der negative Befund zu wenig sicher. (Anders bei der Pyelographie, bei welcher künstlich Dichtigkeitsdifferenzen durch Kontrastmittel geschaffen werden.)

Gesamtaufnahmen des Abdomens für die Steindiagnose sind nur zulässig bei Anwendung der beweglichen Bucky-Potterblende, bei dieser ist ja aber gerade für die geforderte Abblendung in weitestem Maße Sorge getragen.

Oft gesündigt wird in der mangelhaften Ruhigstellung des Patienten. Man spare nicht an Mühe und Geduld bei der Lagerung des zu Untersuchenden, er muß tunlichst bequem liegen, sonst kann er nicht ruhig liegen; die Bauchdecken müssen in der als bekannt vorauszusetzenden Weise entspannt sein, sonst verträgt er den unbequemen, aber notwendigen Druck der Kompression nicht. Die Kompression wird oft nur deshalb vom Patienten nicht vertragen, weil sie zu schnell ausgeführt wird; je langsamer man den Druck steigert, um so geringer wird die Abwehr des Patienten sein. Ich empfehle den Trick, mit dem selbstverständlich unter Berücksichtigung des Einzelfalles tunlichst gesteigerten Druck am Schluß der Kompression wieder etwas zurückzugehen. Der Patient empfindet dann meist einen kurz vorher als unerträglich bezeichneten Grad der Kompression als nicht zu stark. Man versäume nicht, einen ausdrücklichen Hinweis auf die Notwendigkeit absoluter Ruhighaltung — entspannt, schlaff, wie im Schlaf, keineswegs durch Muskelanspannung — und kläre auch den Kranken mit zwei Worten über die zu erwartenden Erscheinungen — Aufleuchten, Knistern usw. — bei Inbetriebsetzen der Röhre auf. Er wird auf Unerwartetes dann nicht mit Bewegungen oder Sprechen reagieren.

Die Ruhigstellung des Patienten allein genügt aber bei der Nierenaufnahme nicht. Auch das zu untersuchende Objekt, die Niere, muß noch gesondert ruhiggestellt werden. Auf die Ausschaltung der Atemexkursionen der Niere durch Kompression darf nicht verzichtet werden, da kleinere oder weniger opake Konkrementeschatten durch Auf- und Abwärtsbewegung gänzlich verschwinden können und die m. E. absolut zu fordernde Darstellung des Nierenschattens mit scharfen Konturen nur bei vollkommener Feststellung des Organs möglich ist.

Verwendet man den besonders empfehlenswerten Luffaschwamm zur Kompression, so überzeuge man sich, daß keine schattengebenden Partikel darin enthalten oder im Laufe der Zeit hineingeraten sind. Letzteres ist am sichersten durch Überziehen mit Leinwand zu verhüten. Ich selbst habe einmal mehrere hospitierende Kollegen auf Grund eines solchen Schmutzkornes eine Fehldiagnose stellen sehen, da die Tücke des Objektes den irreführenden Schatten genau im Bereich des untersten Ureterendes erscheinen ließ. Ich entging der Fehldiagnose nur dadurch, daß ich den gleichen Schatten auf den übrigen Aufnahmen desselben Patienten in derselben Entfernung vom Blendenkreis an topographisch unverdächtigen Stellen wieder entdeckte.

Hier sei noch kurz der durch Verunreinigung einer Verstärkungsfolie entstehenden Schattenflecke gedacht, die unter Umständen auch mal eine irreführende Beschaffenheit aufweisen können. Das Prüfen der Folie kann gelegentlich versagen, da sehr zarte Verunreinigungen — und nur solche kommen

für Verwechslungen überhaupt in Betracht — auch bei schräg auffallendem Licht bisweilen äußerst schwer zu sehen sind. Ein Vergleich mit einigen anderen mit der gleichen Folie hergestellten Aufnahmen zeigt den verdächtigen Schatten stets in gleicher Entfernung von den Plattenrändern. Ich widerrate überhaupt die Verwendung von Verstärkungsschirmen bei Nierenaufnahmen, die Feinheit der Aufnahme leidet entschieden, es sei denn, daß man mit doppelt gegossenen Films mit zwei Folien arbeitet. Eine Ausnahme bildet natürlich die Aufnahme in frontaler Richtung.

Mancherlei diagnostische Schwierigkeiten entstehen durch das m. E. falsche, noch manchen Orts geübte Vorgehen, den Patienten nach Herstellung der üblichen fünf Aufnahmen des uropoetischen Systems zu entlassen. Man gewöhne sich daran, den Untersuchten stets bis zur fertigen Entwicklung im Laboratorium oder Wartezimmer zu behalten, um evtl. notwendige Kontrollaufnahmen sofort anschließen zu können. Man kommt dann nicht in die Lage, auf unzureichenden, evtl. mangelhaften Platten seine Diagnose aufbauen zu müssen, falls der Patient aus mancherlei äußeren Gründen in den nächsten Tagen nicht wieder — vorbereitet — erreichbar ist.

Je weniger man mit dem Laien über die Platten spricht, je weniger trägt man u. U. zur Mißkreditierung der Röntgenographie bei, denn mißverstanden wird man doch. Nach meiner Auffassung ist der Röntgenologe dem Patienten oder überweisenden Arzt eine Diagnose schuldig oder die Erklärung, daß die Untersuchung zu einer vollständigen Klärung des Falles nicht geführt hat. Dies alles trifft natürlich nur für den zu, der in seiner röntgenologischen Arbeit eine ärztliche Tätigkeit sieht und nicht etwa nur eine Anfertigung von Röntgenaufnahmen, die mal glücken und mal nicht.

Ein häufig gemachter Fehler bei der Untersuchung auf Nierenkonkremente besteht weiter darin, daß die Untersuchung unvollständig ist. Bei dem klinischen Verdacht auf Nierenstein nur eine Aufnahme der verdächtigen Niere zu machen, nenne ich einen Kunstfehler. Auch wenn man hier einen Stein findet, ist die Untersuchung keineswegs beendet. Der Ureter muß bis zur Blase hinab ebenfalls untersucht werden, da man sonst leicht ein weiteres Konkrement, etwa im Harnleiter, übersehen kann, welches vielleicht gerade die Ursache der ausgelösten Symptome war. Man würde sich so eines der wichtigsten Vorteile begeben, die uns die Röntgenuntersuchung gegenüber den klinischen Methoden gebracht hat. Ich habe einen derartigen anderwärts untersuchten Fall beschrieben, bei dem es auf diese Weise zu einer nutzlosen Operation gekommen war, die durch anderweitige Zufälle sogar zur Exstirpation der Niere führte. Die Beschwerden blieben unverändert, bis ich als Ursache derselben im Ureterstumpf den übersehenen Stein nachwies und dieser entfernt wurde.

Auch die einseitige Untersuchung des uropoetischen Systems verurteile ich auf Grund zahlreicher Erfahrungen. Es sollen stets beide Seiten vollständig untersucht werden, es sei denn, daß man sich nur über die Lage eines bestimmten bereits nachgewiesenen Steines orientieren will. Es ist für mich eine nicht wegzudisputierende Tatsache, daß man sich klinisch in der Körperseite irren kann, in vielen Fällen habe ich das an meinem Material bei erstklassigen Chirurgen und Urologen erlebt. Aber auch mit dem geglückten Nachweis eines Konkrementes auf der einen Seite sollte man sich nicht begnügen. Das klinisch



Abb. 1. Stets beide Seiten des urologischen Systems untersuchen. Kleinwalnußgroßer Nierenbecken-Ureterstein in der klinisch verdächtigen linken Niere mit Konkrementen im unteren Pol. Abb. 2 zeigt, wie wichtig die Röntgenuntersuchung auch auf der „gesunden“ Seite ist.



Abb. 2. Rechte Seite des Falles auf Abb. 1. Gewaltige Steinbildung in der klinisch als unverdächtig und gesund erklärten Seite.

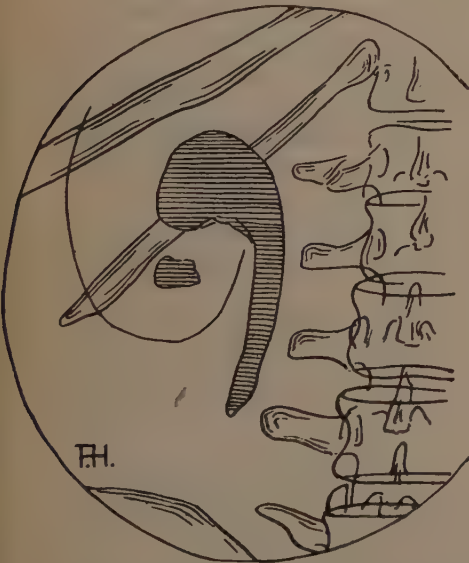


Abb. 3. Nie ein klinisches Urteil fällen auf Grund einseitiger Röntgenuntersuchung. In der linken Niere ein walnußgroßer Stein im Nierenbecken mit 7 cm langem Ausläufer in den Ureter hinein („Pfeifenstein“) und kirschgroßer Stein im unteren Pol. Ein operativer Eingriff ohne Röntgenuntersuchung der rechten Seite könnte verhängnisvoll werden (s. Abb. 4). Abb. 3 ist versehentlich seitenverkehrt reproduziert.)

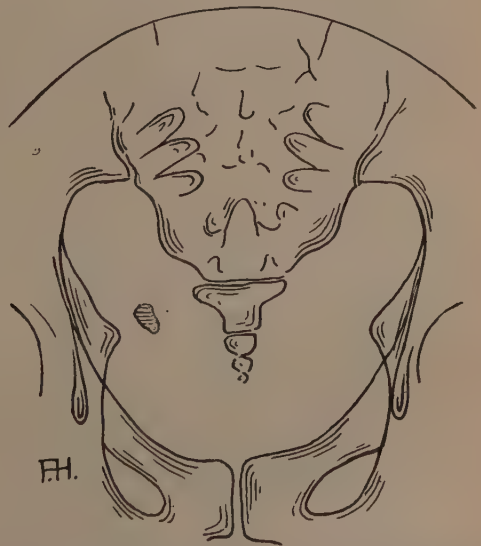


Abb. 4. Unteres Ende des rechten Ureters zum Fall Abb. 3. Hier findet sich ein bohnen großes Konkrement. Sonach muß der rechte Ureter zunächst freigemacht werden, bevor die linke Seite operativ angegangen werden darf.

wichtigere Konkrement kann auf der anderen Seite sitzen. Fehlende klinische Symptome auf einer Seite berechtigen nicht zu der Annahme, daß diese sicher steinfrei ist; große aseptische, ruhende Steine können manchmal gänzlich schmerz- und symptomlos sein und bilden mitunter einen überraschenden Befund. Die Unterlassung der Untersuchung auch auf dieser Seite kann zu großen und gelegentlich folgenschweren Irrtümern führen.

Ich habe in zahlreichen Fällen, zuletzt wieder am Tage der Niederschrift dieser Zeilen, den Nierenstein auf der klinisch nicht erwarteten Seite gefunden. Der negative Röntgenbefund auf der allein untersuchten klinisch verdächtigen Seite kommt, wenn er auch sachlich zutrifft, für den Patienten letzten Endes u. U. doch auf eine Fehldiagnose heraus.

Die Folgen können aber auch ernsterer Natur sein. Ich greife als Beispiel nur zwei Fälle heraus. In beiden war nur eine einseitige Untersuchung ausdrücklich gefordert worden.

In dem einen Falle fand ich links einen kleinwalnußgroßen Nierenbeckenureterstein und zahlreiche wolkige Kalkniederschläge in der unteren Hälfte einer etwas vergrößerten Niere, nahe bis an die Peripherie reichend, was auf teilweise Zerstörung des Nierenparenchyms mindestens verdächtig war (cf. Abb. 1). Auf der klinisch gänzlich unverdächtigen rechten Seite liegt im Nierenbecken ein gewaltiger, knabenfaustgroßer Stein mit weit reichenden Ausgüssen der Kelche und einem breiten Ausläufer in den Ureter hinein (cf. Abb. 2). Geht der Chirurg ohne Kenntnis dieses Befundes die linke Niere an und muß evtl. zur Nephrektomie schreiten, so ist der Patient wahrscheinlich verloren.

In dem anderen Falle fand sich ein gewaltiger Nierenbeckenureterstein auf der linken Seite (cf. Abb. 3). Im untersten Ende des rechten Ureters saß ein bohnen großes Konkrement (cf. Abb. 4). Ein Eingriff auf der linken Seite könnte unter Umständen katastrophal enden. Selbstverständlich war nun die Indikation gegeben, erst den rechten Harnleiter frei zu machen und dann links zu operieren, was mit gutem Erfolg geschah.

Macht man es sich zur Regel, in jedem Falle beide Seiten zu untersuchen, so werden Gefahren in der angedeuteten Richtung mechanisch ausgeschaltet.

Hier noch ein weiterer zur Frage der vollständigen Untersuchung gehörender Hinweis. Ich hatte mehrfach zu beobachten Gelegenheit, daß bei Anwendung der weit verbreiteten Technik von drei Teilaufnahmen für eine Seite des uropoetischen Systems nicht mit genügender Sorgfalt auf den sicheren Anschluß zwischen den drei Blendenaufnahmen geachtet wurde. Besonders zwischen der mittleren und der Blasenaufnahme fällt leicht ein Stück aus. Gerade in diesem ausgelassenen Abschnitt des Ureters aber kann ein Konkrement sitzen, ein Zufall, wie ich ihn auch schon in praxi erlebt habe (cf. Abb. 5).

Die bisher besprochenen Fehldiagnosen liegen also vornehmlich in fehlerhafter, unsorgfältiger oder unvollständiger Technik begründet und lassen sich bei gewissenhafter Einhaltung der geforderten Kautelen ausschließen.

Wenden wir uns nun den hauptsächlichsten Fehlern zu, die bei der Plattenbeurteilung und Deutung der Befunde unterlaufen.

Zu allererst kommt die Plattenbeurteilung, die Kritik der Technik, ob sich das Negativ überhaupt für eine verantwortungsvolle und der Verantwortung bewußte Diagnosenstellung eignet.



Abb. 5. Die drei Teilaufnahmen müssen sich teilweise überdecken.

Die gestrichelten Kreise entsprechen den drei Blendenaufnahmen für das rechtseitige uropoetische System.

Im vorliegenden Falle war die mittlere Aufnahme etwas zu hoch, die untere etwas zu tief eingestellt, so daß die Blendenkreise sich hier nicht schnitten und ein kurzes Stück des Ureterverlaufes ausfiel. Gerade in diesem fand sich auf der Kontrollaufnahme ein Harnleiterstein (cf. Pfeil).

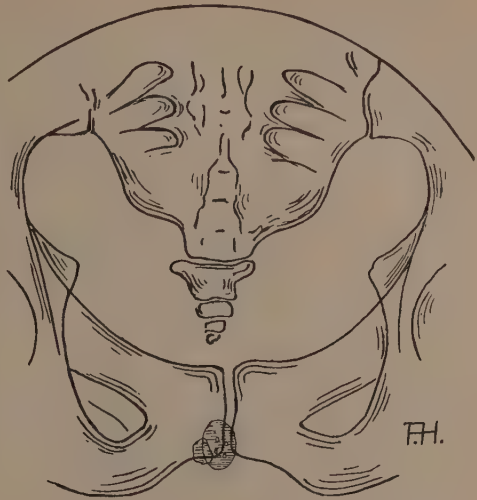


Abb. 6. Vorsicht vor dem Dazwischengeraten von Kleidungsstücken. Auf den unteren Teil der Symphyse projiziert sich ein zarter Schatten, den Knochenrand ein wenig abwärts überragend. Verdacht auf Konkrement im Anfangsteil der Urethra. Auf einer Kontrollplatte erscheint der verdächtige Schatten wesentlich kleiner und liegt ganz in Deckung mit dem Schambein. Genaue Lupenbetrachtung läßt erkennen, daß der größere Schatten einem Stoffknopf der Unterhose entspricht. (Die zarten Schatten lassen sich in der Skizze natürlich nur sehr plump und aufdringlich wiedergeben.) Auf einer dritten Aufnahme projiziert sich der Steinschatten frei zwischen die Schenkel des os pubis (cf. Abb. 7).

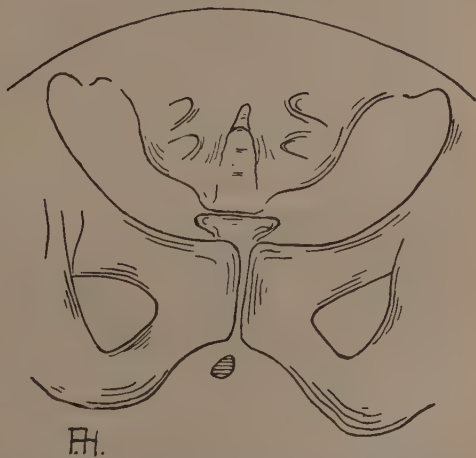


Abb. 7. Kaudo-kraniale Aufnahme des Falles auf Abb. 6. Stein im Anfangsteile der Urethra.

Jede auch noch so wenig „verwackelte“ Platte ist unbrauchbar, auf eine solche darf man sich kein Urteil anmaßen, der negative Befund muß so und so oft falsch werden, da zartere Schattenkonturen gänzlich verlorengehen. Ebenso fallen stark über- oder unterbelichtete Platten für die Konkrementdiagnostik aus. Die Kriterien einer guten Platte aufzuzählen, gehört nicht in den Rahmen dieses Buches, sie finden sich in den einschlägigen Lehrbüchern der Röntgentechnik und -diagnostik.

Die Deutung eines Röntgenogramms möchte ich wieder in Parallele setzen zur Deutung der Perkussions- und Auskultationsbefunde. Jeder, auch der Laie, hört rein akustisch die Geräusche im Hörrohr oder die durch die Perkussion verursachten Töne, ebenso wie er das Gewirr von Schatten, Aufhellungen, Dichtigkeitsdifferenzen usw. auf dem Negativ mit dem Auge wahrnimmt. Damit ist aber in beiden Fällen die Deutung noch keineswegs gegeben. Um aus den erzeugten Klangphänomenen oder den dargestellten Schattennüancen Schlüsse auf bestimmte pathologisch-anatomische Veränderungen im Körperinnern ziehen zu können, ist zunächst eine eingehende Kenntnis des Normalen und seiner Varianten erforderlich. Ist die Abweichung vom Normalen erkannt, so können nur Übung und Erfahrung sowie vorsichtige Kritik zur Diagnose führen. Oder für die Röntgenologie mit anderen Worten ausgedrückt, die Schatten oder Aufhellungen sind keineswegs immer das, was sie oft so selbstverständlich zu sein scheinen.

Um zunächst bei der Konkrementdiagnostik zu bleiben, wird sich derjenige von vornherein vor einer Reihe unliebsamer und womöglich verhängnisvoller Zufälligkeiten schützen, der es sich zur Regel macht, auch bei positivem Ausfall eine Kontrollplatte zu machen. Für ihn entfallen Fehldiagnosen auf Grund von Plattenfehlern und Artefakten verschiedenster Art.

Auch die „Tücke des Objektes“ wird durch Kontrollplatten am sichersten ausgeschaltet.

Ein äußerst aufgeregter und nervöser Patient, der allen seinen Ärzten durch sein ewiges Fragen und Kritisieren auf die Nerven fiel, wegen seines Unglückes aber, trotz mehrfacher Steinoperationen immer wieder neue Konkremente zu bilden, unser tiefstes Mitgefühl verdiente, sollte von mir wieder zum sound-sovielsten Male im Laufe der Jahre auf Steine untersucht werden. Ich fand Nieren und Harnleiter beiderseits sowie Blase frei. In Deckung mit dem Symphysenknochen lag ein zarter Schatten, der die untere Knochenkontur etwas überragte. Ich machte den Fehler, auf seine Bitte hin ihm zur Begründung der geforderten Kontrollplatten zu sagen, daß ich einen Stein gefunden zu haben glaubte. Auf der zweiten Platte war der Hauptteil des verdächtigen Schattens verschwunden, es fand sich nur noch eine leichte Verdichtung im Schambein. Das sorgfältige Studium des ersten Negativs ließ zwei stecknadelkopfgroße Aufhellungen in dem zarten, ovalen Schatten erkennen: die Nadellöcher in einem Stoffknopf der Unterhose, die auf den unteren Plattenrand geraten war (cf. Abb. 6). Ich machte den zweiten Fehler, den besorgten Patienten mit dieser Mitteilung zu beruhigen. Zur Sicherheit machte ich eine dritte Aufnahme, diesmal in kaudo-kranialer Richtung gegen die Symphyse und entließ den Patienten. Jetzt war auch die verdächtige Verdichtung im Schambein dicht neben dem Symphysenspalt verschwunden und statt ihrer lag im Winkel zwischen den absteigenden Schenkeln des Os pubis ein einwandfreier Steinschatten, dem Anfangs-

teil der Urethra entsprechend (cf. Abb. 7). Der hierüber benachrichtigte Chirurg wurde am nächsten Morgen, als er die Operation vorschlug, von dem Patienten abgewiesen mit dem Bemerkten: „Nein, das war ja ein Knopf.“ Die peinliche Situation fand ihre für alle Beteiligten befriedigende Lösung durch die Aufklärung des Kranken und Entfernung des Steines aus der Urethra. Ich habe diesen Fall mit allen seinen Fehlern so detailliert dargestellt, weil ich glaube, daß er viel Lehrreiches enthält. Man mache das Dazwischengeraten von Kleidungsstücken auch bei dem unruhigsten und schwierigsten Patienten unmöglich, man äußere sich nicht über den Befund und entlasse den Patienten nicht vor vollständiger Beendigung der Untersuchung, auch nicht ausnahmsweise.

Sieht der Röntgenologe die Platten gleich nach der Entwick-

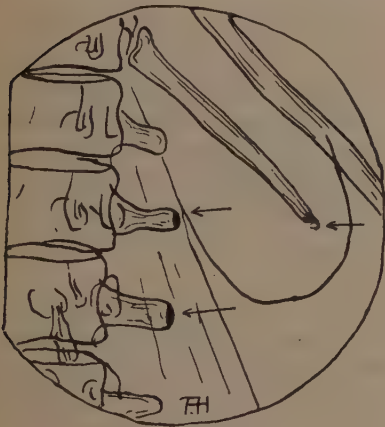


Abb. 8. Verkalkungen in den Proc. transv. der Wirbelkörper oder am Ende der freien Rippen dürfen nicht mit Steinschatten verwechselt werden. Auf technisch guten Platten besteht diese Gefahr nicht.

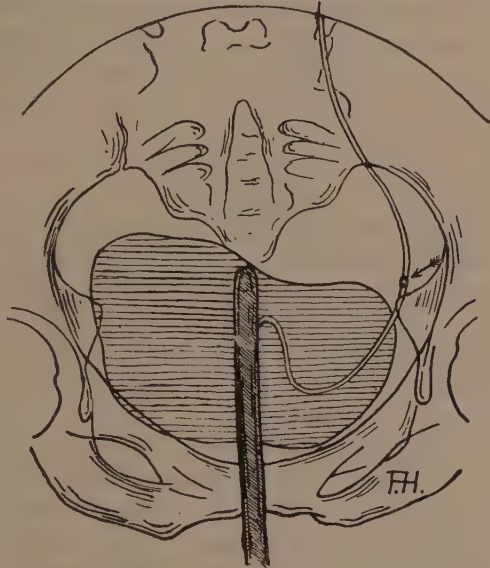


Abb. 9. Die stark laterale Lage eines verdächtigen Schattens im Becken ist kein Beweis gegen Uretersteine. Im obigen Falle bringt die Harnleitersonde den Nachweis, daß der dicht oberhalb der Spina ischiadica liegende Schatten doch einem Ureterstein entspricht. Bestätigt durch Abgang des Konkrementes.

lung im nassen Zustande, so können ihm später entstandene Plattenflecke durch gegenspritzende Tropfen usw. nicht verhängnisvoll werden. Gelegentlich meiner Kurse sah ich Fehldiagnosen auf Steinschatten bei Betrachtung nicht vollkommen aufgetrockneter Platten. Kleine zurückgebliebene nasse Stellen, Wassertropfen u. ä. können Schatten vortäuschen. Man versäume nie, die Platte bei schräg auffallendem Licht zu betrachten, wobei Schichtungslichkeiten sofort erkannt werden.

Daß röntgenologisch darstellbare Steine übersehen oder Steinschatten als solche nicht erkannt werden, kann, wie oben schon ausgeführt, nur durch tadellose Technik sowie sorgfältigstes Plattenstudium bei bester Beleuchtung vermieden werden. Häufiger noch entstehen Irrtümer dadurch, daß Schatten anderer Herkunft als Konkremeunte gedeutet werden.

Es gehört nun nicht in den Rahmen dieses Buches, alle erdenklichen Fehlerquellen und in der Literatur niedergelegten Einzelfälle von Mißdeutungen hier aufzuführen. Sie sind in den Lehrbüchern zusammengestellt, und bei den meisten genügt es, an sie zu denken, um Fehldeutungen zu vermeiden.

Nur einige der häufiger vorkommenden Irrtümer seien hervorgehoben.

Man vergesse nicht, daß die Proc. transv der Lendenwirbelsäule gelegentlich an ihren äußeren Enden gleichmäßige, senkrecht oblonge Verkalkungen aufweisen, die sich in den Verlaufsbereich des Ureters hineinprojizieren (cf. Abb. 8). Auch nicht zu ausgedehnte Kalkdepots in den knorpeligen Anteilen der Rippen sind, wenn sie sich in den Nierenschatten projizieren, mißdeutet worden. Bei Einhaltung der geforderten Technik liegt der Rippenbogen aber nur in den seltenen Fällen im Strahlenkegel, in denen es nicht gelingt, den Kompressionszylinder unter den Rippenbogen zu bringen. Es genügt also, in diesen wenigen Fällen an diese Möglichkeit zu denken. (Eine dorso-ventrale Aufnahme klärt im Zweifelsfalle sofort auf.)

Häufiger indessen führen die verkalkten Mesenterialdrüsen und die Phlebolithen zu Fehldiagnosen.

Für den kritischen Beurteiler können Verkalkungen in den Mesenterialdrüsen Schwierigkeiten nur bereiten, wenn es sich um ganz geringe Kalkdepots in einer vereinzelt Drüse handelt. Sonst schützt ihre typische wolkig-fleckige, aus zahlreichen unregelmäßigen Schatten zusammengesetzte Form und der Lagewechsel bei veränderter Projektion vor Verwechslungen. Unter Umständen muß man eben mal zu Kontrollaufnahmen mit eingelegtem Harnleiterkatheter schreiten.

Bei den Phlebolithen im Bereich des Beckens ist die kreisrunde Form und die auf guten Platten fast stets erkennbar zentrale Aufhellung ein meist ausreichendes Kriterium. Schwierig wird die Entscheidung, wenn es sich nur um einen vereinzelt verdächtigen Schatten handelt. Ein überlinsengroßer Phlebolith kommt in der Einzahl fast nie vor. Ist der Schatten aber kleiner und zeigt die Kriterien der Venensteine nicht einwandfrei, so ist wieder die Anwendung der Uretersonde erforderlich. Die Lage des Schattens ist nicht immer beweisend, so konnte ich unlängst einen dicht neben der Spina ischiadica, also ungewöhnlich weit lateral liegenden Schatten als Ureterstein identifizieren (cf. Abb. 9).

Bei Aufnahmen mit eingelegtem Ureterkatheter darf man es nicht als absoluten Beweis ansprechen, wenn der Sondenschatten sich mit dem verdächtigen Schatten deckt oder die Sondenspitze ihm anliegt. Es kann auch ein zufälliges Übereinanderprojizieren sein.

Dies ist nicht nur Theorie. So deckte sich in einem fraglichen Falle der „Beckenfleck“ genau mit dem Sondenschatten, bei der zweiten Aufnahme mit etwas zurückgezogenem Katheter dagegen trennten sich die beiden Schatten sehr wesentlich. Da man diese Sondenuntersuchungen ja ohnehin nur in klinisch wichtigen Fällen vornimmt, ist die Kontrollplatte kein „Zuviel“, insonderheit, wenn ein operativer Eingriff von dem Ergebnis abhängig gemacht werden soll.

Auch eine stereoskopische Aufnahme wird entscheiden können, ob „Stein“- und Sondenschatten sich nur zufällig deckten, selbst für den, der nicht binokular sieht, da das Abwandern eines nicht im Ureter liegenden Schattens von der Sonde mindestens auf einer der Platten sich zeigen wird.

Ein anderes Mal wollte ich durch Einführung der Uretersonde zu entscheiden suchen, ob unter einer größeren Zahl im Nierenbereich zerstreuter Kalkschatten, die ich als Mesenterialdrüsen ansprach, nicht doch das klinisch vermutete Konkrement sich befand. Die Sonde endete an einem der Schattenflecken in der Nierenbeckengegend. Bei einer weiteren Aufnahme gelang es, auch diesen Kalkschatten durch schräge Einstellung aus Nieren- und Sondenbereich herauszuprojizieren.

Vereinzelte Fälle, bei denen röntgenologisch eine sichere Entscheidung nicht möglich ist, werden immer mal vorkommen, darum äußere man sich in unsicheren Fällen mit der nötigen Zurückhaltung und Objektivität. Ein gelegentliches non licet schadet der Methode weniger als eine nicht ausreichend begründete Diagnose, die sich später als falsch herausstellt. Nur die sach-

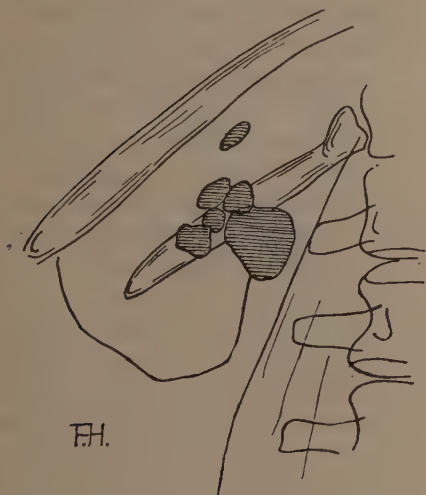


Abb. 10. Da Nieren- und Harnleitersteine ihre Lage nicht selten wechseln, hat eine lokalisierende Diagnose nur kurze Zeit Gültigkeit. Steingruppen im Nierenbecken und in den Kelchen (cf. Abb. 11).

Abb. 11. Derselbe Patient wie auf Abb. 10 bei einer späteren Kontrolluntersuchung. Die Steine in der Niere haben ihre Lage gewechselt, ein Konkrement ist in den Ureter gewandert.

gemäß angewandte und kritische Bewertung aller klinischen Untersuchungsmethoden gewährleistet eine weitgehend fehlerfreie Interpretierung.

Ich komme nun zu einer anderen Gruppe von Fehldiagnosen beim Steinnachweis.

Ein Konkrement ist röntgenologisch nachgewiesen und richtig diagnostiziert worden. Bei der Operation wird es nicht gefunden. Zwischen Röntgenuntersuchung und Operation ist einige Zeit verstrichen, das Konkrement aus der Niere ist in den Ureter gewandert oder gar unbemerkt per vias naturales abgegangen. Oder, was auch vorkommt, das im Ureter nachgewiesene Konkrement ist aufwärts ins Nierenbecken zurückgeglitten. Man verwende also nur kurz vor der Operation angefertigte Röntgenogramme zu einer lokalisierenden Diagnose, da Steine erfahrungsgemäß ihre Lage oft erheblich wechseln (cf. Abb. 10 u. 11).

Man unterlasse auch nie, den Steinbefund bezüglich Zahl und Größe sehr genau zu studieren und festzulegen, damit man beim operativen Eingriff exakt orientiert und somit in der Lage ist, vollständig zu operieren.

Es ist dies besonders im Blasenbereich von Wichtigkeit. Nur ein Beispiel: Die Aufnahme zeigt drei bis kirschgroße Schatten in einer Gruppe (cf. Abb. 12). Bei der Sectio alta finden sich in der Blase nur zwei Steine. Nur der einwandfreie Röntgenbefund bewahrt vor einer unvollständigen Operation. Der weiter-suchende Chirurg findet den dritten Stein im erweiterten Ureterende.

Dieser Fall gibt gleichzeitig die Lehre, nicht zuviel aus dem unkomplizierten Röntgenogramm herauszulesen. Die einfache Röntgenaufnahme (ohne Zuhilfenahme der Sauerstoff- oder Bromnatriumfüllung der Blase) läßt eine sichere Unterscheidung zwischen Blasenstein, tiefsitzendem Ureterstein, Blasen-

divertikelstein und endlich Konkrement in einem Harnleiterdivertikel nicht immer zu. Man versäume nicht, diese Tatsachen bei der Diagnosenstellung zu erwägen, um nutzlose Operationen zu vermeiden.

Klinische Untersuchung und Röntgenuntersuchung müssen stets Hand in Hand gehen. Ich untersuchte eine Blase, bei der der Urologe zystoskopisch einen kleinen Tumor an der Uretermündung nachgewiesen hatte, und finde einen kleinen rundlichen Stein-schatten im rechten oberen Quadranten. Derselbe kann sonach nur einem im Ureterprolaps fest-sitzenden Harnleiterkonkrement entsprechen, was die Operation be-stätigte.

Hierher gehört auch ein Fehler, der gelegentlich insofern gemacht

wird, als ein zu weit gehendes Urteil über die Möglichkeit eines natürlichen Abganges von nachgewiesenen Steinen allein aus ihrer Größe gefällt wird. Ich will hiermit keineswegs den gewaltigen Vorteil der Röntgenuntersuchung verkleinern, der in der exakten, klinisch unmöglichen Größenbestimmung eines Konkrementes in Niere oder Harnleiter liegt; ich will aber davor warnen, die Grenzen dieser Möglichkeit zu überschreiten und ein reserviertes Urteil anraten über die Frage, ob ein spontaner Abgang noch im Bereich der Möglichkeit liegt. So beschrieb ich 1938 die spontane Passage eines Nierenbeckensteines durch den Ureter bis in die Blase, der die unwahrscheinliche Größe von 4,5 : 1,3 cm aufwies.

Auch bei einem sehr kleinen Uretersteinchen ist der Röntgenologe nicht zu dem Urteil berechtigt, daß das Konkrement abgehen wird. Auch das kleinste Steinchen kann in einer Schleimhautfalte so fest eingeklemmt sitzen, daß es nur durch den scharfen Löffel entfernt werden kann.

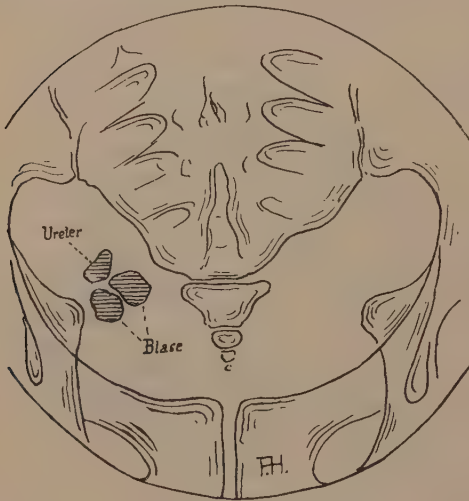


Abb. 12. Größe und Zahl der Steine ist möglichst genau festzulegen, damit bei einer Operation alle Steine gefunden werden. Im vorliegenden Falle wurden bei der Sectio alta nur zwei Konkreme-
mente gefunden, der dritte wurde im Ureterende entdeckt.

Die Indikation zur Operation wird durch Röntgenbefund weitgehendst unterstützt und gefördert, gestellt wird sie auf klinische Momente und Überlegungen. Es ist auch peinlich, wenn ein Patient, dem man die Notwendigkeit eines operativen Eingriffes wegen der Unmöglichkeit eines spontanen Steinabganges klar gemacht hat, sich kurze Zeit darauf mit dem Konkrement in der Hand vorstellt. Dem Patienten gegenüber sei man also in den Grenzfällen vorsichtig in der prognostischen Verwertung der Steingröße.

Hier sei auch davor gewarnt, die Größe eines Steines ohne Einschränkung gar zu genau angeben zu wollen. Es kommt vor, daß ein Stein in der Niere auf zwei Aufnahmen am gleichen Tage sehr verschiedene Größen aufweist, was darauf zurückzuführen ist, daß das flache Konkrement nicht fest sitzt, sich zwischen den beiden Aufnahmen gedreht hat, einmal von der Fläche, das andre Mal von der Kante getroffen wurde (cf. Abb. 11. u. 13).

Hinsichtlich des negativen Steinbefundes sei der Anfänger nochmals an eine kritische Beurteilung seiner Plattenqualität erinnert. Besonders im Bereich der Blase sei er sich bewußt, daß das Zystoskop die dominierende Methode darstellt und daß reine Uräte sich der Darstellung im Röntgenogramm entziehen können. Röntgenographisch nachweisbare Steine werden bisweilen auch allein deshalb nicht gefunden, weil die Blase nicht entleert war und ein an sich wenig opakes Konkrement, von Flüssigkeit umgeben, aus Mangel an Dichtigkeitsdifferenz nicht zur Darstellung kommen konnte. Auch im eiter- oder urin-

gefüllten Nierenbecken kann ein wenig kalkhaltiger Stein sich dem Nachweis entziehen, worauf schon vor 1½ Dezennien hingewiesen wurde. In klinisch wichtigen Fällen muß dann eben ein Versuch mit eingeführtem Ureterkatheter gemacht werden. Das unkomplizierte Röntgenogramm schließt bei negativem Befund kleinste Steine nie mit Sicherheit aus; verlangt der Fall dringend eine Entscheidung, so muß man zur Sauerstoffsufflation des Nierenbeckens greifen.

Wesentlich seltener sind landläufige Irrtümer auf dem übrigen Gebiete der Röntgendiagnostik des uropoetischen Systems.

Was zunächst die Nieren anbelangt, so ist schon eingangs erwähnt, daß die Darstellung eines scharf konturierten Nierenschattens unbedingt angestrebt werden muß.

Liegen die Nierenschatten an normaler Stelle, so wäre es ein Fehler, eine

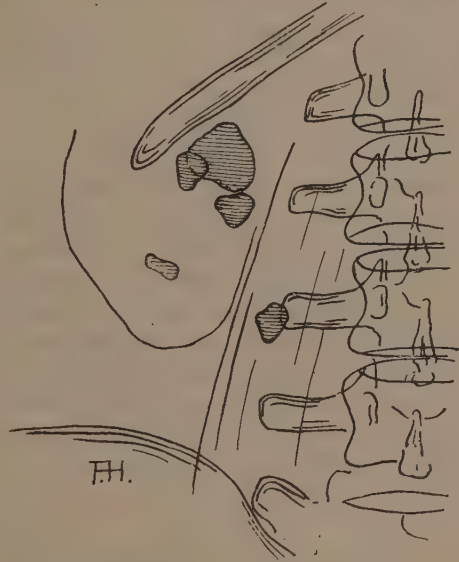


Abb. 13. Vorsicht bei der Beurteilung der Steingröße. Obiges Röntgenogramm ist am gleichen Tage wie Abb. 11 aufgenommen. Der Stein in der unteren Nierenhälfte erscheint viel kleiner als dort. Infolge Drehung des Konkrementes erscheint er einmal von der Fläche, das andere Mal von der Kante getroffen.

Wanderniere auszuschließen, die lose Niere gleitet leicht, besonders in Rückenlage und unter dem Druck der Kompression, in ihre Nische zurück.

Eine auffallend schmale Niere ist noch kein Beweis für eine Verkleinerung des Organs (Schrumpfung oder Atrophie), es kann sich auch um eine Drehung der Niere um ihre Längsachse handeln, was besonders bei Skoliosen zu beobachten ist.

Man bilde sich nie ein Urteil über die Größe einer Niere ohne Vergleich mit der anderen Seite. Erhebliche Verkleinerungen oder Vergrößerungen sowie Abweichungen von der normalen Konturlinie wird man erkennen, man hüte sich aber, aus dem unkomplizierten Röntgenogramm allein ein differentialdiagnostisches Urteil über die Ätiologie der Vergrößerung abzugeben. Ein großer Nierenschatten ist noch kein ausreichender Anhalt für einen Tumor; auch eine Hydronephrose kann sich als einheitliche Vergrößerung des Nierenschattens darstellen. Erst eine auf Kontrollplatten bestätigte einwandfreie Ausbuckelung der Nierenkontur, besonders der konvexen, gestattet nähere differentialdiagnostische Überlegungen (cf. Abb. 14). Hier wird man in dringenden Fällen das Pneumoperitoneum oder die Pneumoröntgenographie des Nierenlagers zu Hilfe nehmen müssen. Ich sah sogar einmal einen normalen Nierenschatten lange Zeit nach der Nephrektomie; der Schatten kann nur durch Schwarten- oder Narbenbildung im Nierenbett entstanden sein.

Glückt bei großer, palpabler Tumorbildung die Darstellung der Nierenkontur nicht und greift man zur Aufnahme mit der Harnleitersonde, so sei man sich bewußt, daß das obere Ende des Sondenschattens nicht unbedingt als Ortsbestimmung für die Lage des Nierenbeckens angesprochen werden darf. Der Katheter kann sich überall auf seinem Wege verfangen haben, besonders gar, wenn ein extrarenaler Tumor den Ureter beeinflusst. Hier muß unter Umständen die Pyelographie entscheiden, mit deren Hilfe die Lage der Niere sicher zu bestimmen ist.

Eine unregelmäßige, fleckig aufgehellte Schattendichte der Niere beziehe man ja nicht ohne weitere Spezialuntersuchungen (Sauerstoff- oder Kontrastfüllung, Pneumoröntgenographie, Pneumoperitoneum) auf Veränderungen im Inneren des Organs, z. B. auf Einschmelzungen, Zystenbildungen, Eiteransammlungen usw. Solche Befunde haben ihre anatomische Ursache meist in der Umgebung der Niere (vorgelagerter Darm, Zybala, Gas usw.). Klinischen Vermutungen oder Diagnosen entgegenzukommen, ist nicht Sache der Röntgenologie, sonst verläßt sie den ihren Wert begründenden Boden der Objektivität.

Bei Ausführung der Pyelographie gelten sinngemäß die oben besprochenen Regeln allgemeiner Natur, um vermeidbare Fehldiagnosen auszuschalten, vor allem sorgfältige Einhaltung der technischen Vorschriften und genaue Kenntnis des Normalen. So habe ich gefunden, daß die Vorstellung über die Kapazität des normalen Nierenbeckens oft eine unzureichende war.

Eine zu Mißdeutungen führende mangelhafte Füllung des Nierenbeckens ist gelegentlich darauf begründet, daß der Inhalt des Nierenbeckens vor dem Einlaufen des Kontrastmittels nicht entleert wurde (Hydro- oder Pyonephrose, Eiteransammlung in Hohlräumen der Niere, welche das Einlaufen des Kontrastmittels verhindert oder den Kontrast durch Verdünnung herabsetzt).

Des weiteren sei davor gewarnt, zu weitgehende ätiologische Schlüsse aus einem erheblich erweiterten Füllungsbilde der Hohlräume der Niere zu ziehen.

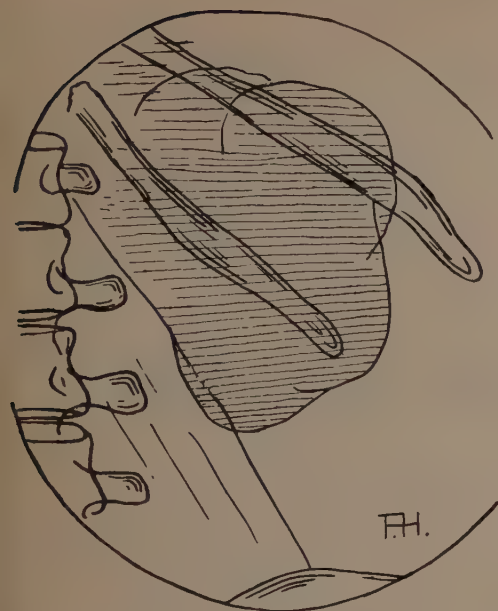


Abb. 14. Vergrößerung des Nierenschattens und Ausbuckelung der Kontur bei Tumor der Niere. Operativ bestätigt.

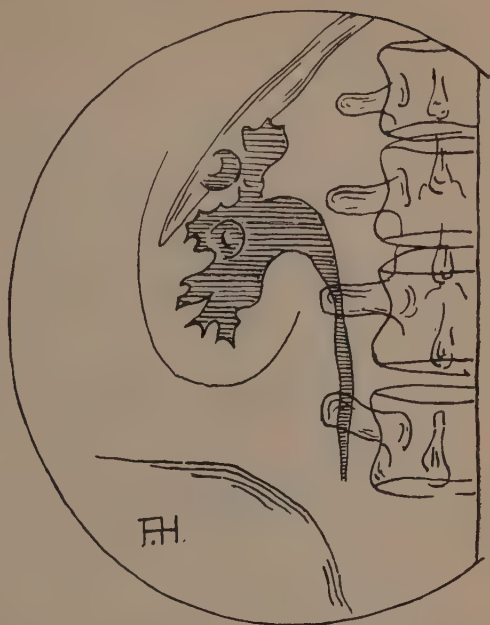


Abb. 15. Vergrößertes Nierenbecken und erweiterte Kelche im Pyelogramm. Konturen der Hohlräume scharf. Eindellung durch die Pyramiden erkennbar.



Abb. 16. Das Füllungsbild zeigt abnorme Ausdehnung und zerklüftete, unscharfe Konturen, was für eine Zerstörung der Niere spricht.



Abb. 17. Bei Verdacht auf Blasendivertikel ist seitliche oder schräge Aufnahmen nicht zu versäumen. Großes, hinter der Blase liegendes Divertikel, welches nur in fast seitlicher Projektion zur Darstellung kommt.

Beim Stauungsbecken, bei der Pyelitis werden wir scharfe Konturen des Füllungsbildes erwarten, Becken sowie Kelche 1. und 2. Ordnung sind erweitert, aber als solche in der Form noch gut zu identifizieren (cf. Abb. 15). Wesentliche Abweichungen dagegen hinsichtlich der Gestaltung, abnorme Ausbreitung in das Nierenparenchym hinein und vor allem unscharf zerklüftete Begrenzungen deuten auf kavernöse Zerstörungen z. B. bei Tuberkulose hin (cf. Abb. 16).

Erscheinen nach Entleerung des Kontrastmittels Schatten in der Niere, so sei man mit der Diagnose: Imbibition eines vorher unsichtbaren Steines äußerst vorsichtig und reserviert, da solche Schatten auch auf zurückgebliebenen Resten der injizierten Flüssigkeit beruhen können.

Bei Füllung der Blase mit Kollargol oder Bromnatrium ist wie immer Voraussetzung für eine Vermeidung von unnötigen Mißdeutungen die Kenntnis des normalen Bildes in den verschiedenen Füllungsgraden; die normalen Eindellungen der oberen Kontur dürfen nicht mit Verdrängungserscheinungen durch Beckentumoren verwechselt werden.

Die Untersuchung auf Blasendivertikel führt zu Fehldeutungen, d. h. zum Übersehen von kleineren Ausstülpungen der Blasenwand, wenn die Füllung gleich zu stark ausgeführt wird; ein gutes Mittel, kleine, enge Divertikel zu füllen, besteht darin, nach Füllung der Blase und Abklemmen des Penis zur Miktion aufzufordern.

Des weiteren käme die Pneumoröntgenographie der Blase, also das kürzlich empfohlene Einblasen von Sauerstoff in das Cavum Retzii in geeigneten Fällen in Frage. Der Gasmantel um die mit Bromnatrium gefüllte Blase läßt die Außenkontur besonders kontrastreich hervortreten und schon geringe Abweichungen erkennen. Wird statt des Kontrastmittels Sauerstoff auch in die Blase eingeblasen, so kann man die als Schattenring sich abhebende Blasenwand selbst studieren, geringe Verdickungen und kleine Tumoren nachweisen, die sonst der Darstellung entgehen. Aber auch große Divertikel, ja Zweiteilung der Blase kann übersehen werden, wenn in verdächtigen Fällen die seitliche Durchleuchtung oder Aufnahme unterlassen wird. So sah ich in einem nicht publizierten Fall eine gleich große, gestielte zweite Blase hinter der normalen liegen, die sich bei sagittaler Projektion dem Nachweis vollkommen entzogen hatte (cf. Abb. 17).

Irrtümer der Röntgendiagnostik
Fremdkörper, Sondergebiete

Von

Professor Dr. **Rudolf Grashey**

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Fremdkörper	215
Sondergebiete	217

Fremdkörper.

Die Fremdkörper waren eines der ersten erfolgreichen Anwendungsgebiete der Röntgenstrahlen. Und doch sind gerade auf diesem Gebiete noch nach Jahrzehnten die größten Fehler gemacht worden, hauptsächlich hinsichtlich der Lokalisation.

Auf das negative Röntgenbild wird manchmal zuviel gegeben, es wird als entscheidend angesehen. Wie oft werden weibliche Kranke durchleuchtet, welche glauben, eine Nadel verschluckt zu haben, und wenn man sie nicht sieht, zweifelt man an der Richtigkeit der Anamnese. Dünne Nadeln sind aber im Abdomen nur sehr schwer nachweisbar, wenn sie ungünstig liegen. Auch negative Platten beweisen nichts Sicheres. Zum Glück sind solche Nadeln fast immer harmlos und finden ihren Weg. Bedenkt man das, so wird man erst recht die Gefahr vermeiden, durch häufige und lange Durchleuchtungen die Haut des Kranken zu gefährden. Daß man nicht nur den Verdauungstraktus, sondern auch die gesamten Luftwege absuchen muß, ist eigentlich selbstverständlich. Verschluckte Gebißteile, die so klein sind, daß man sie bei der Durchleuchtung übersieht, sind fast immer harmlos. Man sieht bekanntlich nur Hartgummi- und Metallteile, nicht aber die Porzellanzähne. Auch um kleine Fischgräten braucht man nur wenig Sorge zu haben. Größere sind im Ösophagoskop zu suchen.

Ernster zu nehmen sind verschluckte Knochenstücke. Längere spitzige Geflügelknochen können im Ösophagus steckenbleiben, ohne daß man sie mit Röntgen nachweisen kann, und können den Herzbeutel arrodieren. Hier muß die Röntgendiagnose ihre Unzulänglichkeit eigens betonen, damit die Ösophagoskopie nicht versäumt und klinische Symptome, insbesondere Fieber, entsprechend beachtet und ernst genommen werden.

Verschlüpfte (abgerissene) Dränrohre geben in der Regel einen deutlichen Schatten. Man muß aber wissen, daß manche, besonders die aus künstlichem Gummi verfertigten, einen sehr undeutlichen Schatten geben können. So ist uns ein Fall bekannt, in welchem der klinische Verdacht auf stecken gebliebenen Drän wegen der lange fortgesetzten Pleuraempyemeyerweiterung auf Grund einer mit ungenügender Apparatur vorgenommenen Durchleuchtung zunächst fallengelassen wurde; nach weiteren verlorenen Monaten entschloß man sich, den Kranken in ein größeres Institut zu transportieren, wo der Drän auf einer guten Platte mit genügender Deutlichkeit zum Vorschein kam. Nach operativer Entfernung schloß sich die Fistel rasch und der schon ziemlich geschwächte junge Mann blühte rasch wieder auf.

Daß man aspirierte Getreideähren, eingestoßene Holzsplitter u. a. nicht sieht, braucht man nur Anfängern zu sagen.

Diesen negativen Fehldiagnosen stehen die positiven gegenüber, in denen Fremdkörper vorgetäuscht werden: die Larynxverknöcherungen sehen wie verschluckte Knochenstückchen, verkalkte Hilusdrüsen wie Schrotkörner aus. Fremdkörper in Kleidungsstücken, in Polstermaterial, in Kassetten usw. werden unter Umständen auf das Körperinnere bezogen. Pflasterstreifen auf der Haut, Zinkpastenanstrich, Jodoformgazetampons, schattengegebende Injektionsflüssigkeiten können Irrtümer veranlassen.

Es kommt vor, daß wegen unvollständiger Durchleuchtung nur einer von mehreren Fremdkörpern gesehen wird. Bei Schädelschüssen muß z. B. der ganze Schädel abgesucht werden und der Hals dazu, selbst wenn man z. B. in der Nähe des Einschusses „das“ Projektil bereits festgestellt hat.

Ferner ist es gar nicht so selten, daß ein nachgewiesener Fremdkörper nicht der eigentliche Sitz der Beschwerden und die Quelle einer Fisteleiterung ist, sondern z. B. eine Knochennekrose oder ein mit dem Fremdkörper eingedrungener, mit Röntgen nicht sichtbar zu machender Stoffetzen, ein vergessener Tampon und ähnliches.

Bei einer Kranken, bei welcher wegen Uretersteinverdacht eine Aufnahme gemacht wurde, sahen wir im Bereich des Kreuzbeinschattens einen dichten scharfrandigen ovalen Schatten — ein Pfennigstück, das am nächsten Tag abging und unbemerkt verschluckt worden war. Die Kranke hatte die Gewohnheit, Geldstücke mit den Zähnen zu halten, wenn sie die Hände freibekommen wollte.

Bei der Fremdkörperlokalisation wird gern der Fehler gemacht, daß man alles mit einer Methode leisten will oder die einfachen nicht genug ausnützt. Wir meinen vor allem die Durchleuchtung unter Zuhilfenahme aktiver und passiver Bewegungen und die Festlegung von Fremdkörperebenen und Projektionslinien (Fußpunkten) vor dem Röntgenschild. Es ist hier nicht der Ort, die verschiedenen Lokalisationsmethoden und ihre besonderen Fehlerquellen im einzelnen kritisch zu besprechen. Nur einige allgemeine Gesichtspunkte seien hervorgehoben. Mathematisch genaue und elegante Lagebestimmungen in Beziehung zu bestimmten Punkten der Hautoberfläche haben nur einen sehr bedingten Wert, wenn der Fremdkörper sich in beweglichen Weichteilen befindet, da sich die Lage zu diesen Fixpunkten während der Operation ändert und auch nicht mehr genau, etwa durch Zusammenziehen der Wundränder, rekonstruiert werden kann. Abgesehen davon kann er, solange er nicht eingekapselt ist, auch beim Tasten mit Fingern oder Instrumenten ganz unbemerkt verschoben werden. Für solche Fremdkörper empfiehlt sich eine ungefähre Bestimmung auf Grund sorgfältiger Durchleuchtung und Röntgenkontrolle während der Operation. Tiefenbestimmungen sind auch dann besonders unzuverlässig, wenn der Kranke bei der Operation nicht genau so liegt wie während der Tiefenbestimmung. Wenn man z. B. einen Fremdkörper im Bauch mittels Aufnahmepaaren in Bauchlage bestimmt, weil er eben dann plattennäher ist, so sind dabei die Weichteile komprimiert. Die Operation wird dann in Rückenlage vorgenommen, die Weichteile dehnen sich aus und die berechnete Tiefe stimmt nicht mehr. Liegen Fremdkörper unbeweglich an oder in einem Knochen, so ist die Vermittlung einer guten räumlichen anatomischen Vorstellung die Hauptsache. Diese wird zweifellos durch Röntgenstereogramme am besten gewonnen. Letztere sind aber nur dann untrügerisch, wenn man

die Fehlerquellen des Verfahrens kennt; man muß die Apparatur erst allgemein an leblosen, stereometrisch einfachen Körpern einüben und dann auch im einzelnen, abgesehen von der selbstverständlichen genauen Justierung der Plattenebenen usw. und genauer Einhaltung der Aufnahmevorschriften, metallische Meßstrecken mitphotographieren, deren Verzeichnung sofort auf etwa untergelaufene Fehler aufmerksam macht. Da von der Zuverlässigkeit der Lokalisation die Indikationsstellung für die Operation sehr wesentlich abhängt, so ist die röntgenologische Arbeit besonders verantwortungsvoll.

Es sei noch betont, daß die früher als ausreichend angesehene Röntgenaufnahme in zwei aufeinander senkrechten Ebenen wohl für manche einfach gelagerte Fälle genügen kann, bei sehr vielen Fällen jedoch im Stich läßt, d. h. zu verhängnisvollen Falschbestimmungen führt.

Fremdkörper, bei welchen die Möglichkeit besteht, daß sie sich bewegen, insbesondere wenn sie etwa in Hohlräumen liegen können, sind wiederholt, womöglich bei verschiedener Körperstellung zu durchleuchten. Auch unmittelbar vor größeren Operationen sollte unbedingt noch eine Röntgenkontrolle vorgenommen werden. Wir sahen wiederholt, daß im Halse steckende Geschoßteile inzwischen verschwunden, d. h. in den Ösophagus gefallen waren, in dessen Wand sie wohl schon gesteckt hatten. Damit ist die Sache chirurgisch natürlich nicht auf alle Fälle erledigt. Auch vor der Gastrotomie wegen Fremdkörper ist nochmalige Nachschau notwendig. Das Stück einer Schere, welches von einem Sträfling verschluckt worden war und schon lange im Magen liegen mußte, ergriff noch am Morgen der beabsichtigten Gastrotomie die Flucht in den Dünndarm. Die Sondenuntersuchung (vor dem Röntgenschirm) tags zuvor hatte offenbar den Magen zu einer energischen Aktion veranlaßt.

Mit Schuld — oder wenigstens mit Vorwürfen — wird das Röntgenverfahren immer dann belastet, wenn eine Fremdkörperoperation nicht so glatt geht, als man sich vorstellt. Der Fehler liegt jedoch entweder in mangelhafter topographisch-anatomischer bzw. chirurgisch-anatomischer Überlegung, oder in ungenügender Ausnutzung der Lokalisationsmethoden, insbesondere der Röntgenkontrolle während der Operation. Wer glaubt, auf letztere verzichten zu können, muß wohl bedenken, daß die Ortsbestimmungen eines Fremdkörpers in beweglichen Teilen eine unvollkommene Sache ist und bleibt und daß die Indikation zur Entfernung eines solchen Fremdkörpers entsprechend einzuengen ist. Der Röntgenologe muß entsprechende Erfahrungen sammeln, um im Einzelfall dem Chirurgen, und zwar einem bestimmten Chirurgen sagen zu können, wie weit er ihm helfen kann, den Fremdkörper zu suchen, so daß die Größe des Eingriffs im Verhältnis zu dem erwarteten Nutzen richtig abgeschätzt werden kann.

Sondergebiete.

Auf dem Gebiete der Gynäkologie ist zunächst an die bereits erwähnten Phlebolithen in den Beckenvenen, einschließlich den zum Uterus ziehenden Gefäßen zu erinnern, welche leicht falsch lokalisiert werden. Auch verkalkte Myome werden leicht verkannt. Häufig wird nicht planmäßig vorgegangen. Ist der fragliche Schatten im Becken auf dem Leuchtschirm sichtbar, so ist zu ermitteln, wie sich derselbe bei Palpation des Abdomens, bei Bewegung einer in

die Blase eingeführten Metallkatheters, eines in die Vagina, ins Rektum eingeführten stumpfen Metallinstrumentes verhält. Schließlich kann man das Rektum mit Kontrastflüssigkeit füllen, in die Blase einen Katheter, in den Uterus (wenn keine Gegenindikation besteht) eine Sonde einlegen, eine stereoskopische Aufnahme machen und nun ganz genau die Lage des fraglichen Gebildes zu den Sonden bzw. zum Darm ermitteln. Die gynäkologische Diagnostik wurde auch durch das Pneumoperitoneum gefördert, doch sind gerade hier die Irrtümer noch zahlreich, da der einzelne erst seine besonderen Erfahrungen mit der neuen Methode sammeln muß, neben dem Studium der einschlägigen Veröffentlichungen, Atlanten usw. Daß die Beckenmessung mit Hilfe der Röntgenbilder eine sichere Beherrschung der besonderen Aufnahmetechnik und der zur Anwendung kommenden Meßverfahren erfordert, ist selbstverständlich. Wichtig ist der Rat, die gewählte Meßmethode erst an Bänderbecken einzuüben, an denen man die mit Röntgen gefundenen Maße sofort nachprüfen kann. Besonders schwierig ist die Messung des kindlichen Schädels, da man dessen Hauptebenen nicht genau festlegen kann, insbesondere solange er nicht ins kleine Becken eingetreten ist.

Die Röntgendiagnostik in der Kinderheilkunde ist noch sehr im Aufbau begriffen. Es ist wohl zu berücksichtigen, daß Form, Lage und Bewegung der inneren Organe (Herz, Magen) insbesondere beim Säugling stark abweicht im Vergleich zu den gewohnten Befunden an erwachsenen Menschen. Die besonderen Verhältnisse müssen daher eigens studiert werden, damit sich der Begriff des beim Säugling und Kleinkind Normalen richtig abgrenzt und festigt, sonst sind Fehldiagnosen (Herzfehler, Verlagerung des Pylorus) unausbleiblich. Für Lungenaufnahmen ist die Strahlenqualität sorgfältig anzupassen. Beginnende Lungenveränderungen können übersehen, Spitzentrübungen besonders leicht vorgetäuscht werden. Der Nachweis, ob ein totes neugeborenes Kind geatmet hat, ist mit Röntgenstrahlen nicht so leicht zu führen, als man annehmen möchte. Lage und Größe der Thymusdrüse sind am Kleinkind besonders zu studieren; auch die paratrachealen und Bifurkationsdrüsen erfordern besondere Aufmerksamkeit. Das Skelett ist röntgenologisch gut erforscht. Es liegen große Entwicklungsreihen für die Knochenkerne vor, so daß Wachstumsverzögerungen, Ossifikationsstörungen mit genügender Sicherheit erkannt werden können. Nur wird nicht immer genügend berücksichtigt, daß die physiologische Schwankungsbreite beträchtlich ist und daß auch zwischen beiden Körperhälften kleinere Unterschiede bestehen können. Die Systemerkrankungen, die einzelnen Formen des Zwergwuchses u. a., haben sichere röntgenologische Merkmale. Dagegen ist die Unterscheidung der Rachitis von der Lues einerseits, von der Barlowschen Krankheit andererseits manchmal schwierig, daher ist nur beim Vorliegen eindeutiger sicherer Merkmale eine bestimmte Diagnose erlaubt. Zu warnen ist auch vor diagnostischer Ausbeute nicht absolut scharfer Bilder, deren Gewinnung beim kleinen Kind auf gewisse Schwierigkeiten stößt. Was die Verletzungen betrifft, so wird bei Kindern zu häufig auf Grund von Röntgenbildern die Vermutung einer Luxation geäußert, während es sich fast ausnahmslos um par-artikuläre Frakturen handelt. Ferner wird zu wenig bedacht, daß die Prognose bei Frakturen mit Dislokation verhältnismäßig viel günstiger ist als beim Erwachsenen. Während der Entbindung erfolgte Frakturen der Humerus- oder Femurdiaphyse heilen immer mit verhältnismäßig starker Verkürzung, die sich

aber später teilweise wieder ausgleicht. Über den Knochenaufbau bei Mißbildungen, insbesondere Klumpfuß, kann man sich nur auf Grund stereoskopischer Röntgenbilder eine genügende Vorstellung machen.

Die Rhinologie macht ausgiebigen Gebrauch von Röntgenaufnahmen der Gesichtsnebenhöhlen. Hier wird die Diagnose „Trübung“ der einen oder anderen Höhle oft voreilig gestellt. Stets sind genau symmetrische Aufnahmen nötig und ist eine deutliche Verschleierung zu fordern, wenn sie beweisend sein soll; ferner ist zu bedenken, daß eine Trübung ebenso gut von Wandverdickung wie von flüssigem Inhalt der Höhle herrühren kann. Daß die Stirnhöhlen nicht selten stark asymmetrisch gebaut sind und daß die weniger tiefe Höhle weniger hell erscheinen muß, ist wohl zu berücksichtigen.

Die Zahnheilkunde ist von röntgenologischen Fehldiagnosen nicht verschont. Schuld sind in erster Linie mangelhafte Technik, falsche Einstellung (mit entsprechender Verzeichnung der Zähne), falsche Strahlenqualität und Fehler im photographischen Verfahren, Verwendung alter Films u. a. Auf guten Zahnbildern sind eine Menge feiner Einzelheiten sichtbar, die für die Diagnose wertvoll sind. Schwierigkeiten bereiten vor allem Stellungsanomalien, schiefstehende retinierte Zähne. Nach einer ersten orientierenden Aufnahme sind hier stets noch mehrere Aufnahmen mit verschiedener Einstellungsrichtung, am besten stereoskopische Bilder nötig. Hierzu, wie überhaupt für Zahnaufnahmen, sind besondere Lagerungs- und Fixationsgeräte und Einstellungsrichtungen nötig. Wer sie nicht besitzt oder anwendet, kann das Röntgenverfahren in vielen Fällen nicht genügend ausnützen.

B.

Irrtümer und Gefahren der Röntgen- therapie und deren Verhütung

Allgemeines

Von

Privatdozent Dr. **Hans Holfelder**

Mit 31 Textabbildungen

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorbemerkung.	223
Die Giftwirkung der Röntgenstrahlen	224
Die Idiosynkrasie gegen Röntgenstrahlen und die gesetzliche Haftpflicht des Arztes im Schadensfalle	225
Die Latenzzeit der Strahlenwirkung und die zeitliche Verteilung der Röntgendosis	227
Die Wirkungs-dosis in der Röntgentherapie. Die Nachteile der Unterdosierung und die Gefahren der Überdosierung	234
Die spezifischen Gewebsdosen, ihre willkürlichen und unwillkürlichen Veränderungen	239
Der Einfluß des Quadratgesetzes vom Divergenzverlust auf die Dosierung	245
Die Absorption der Röntgenstrahlen im Gewebe. Die Filtrierung der Röntgenstrahlen	247
Die Röntgenstrahlenmessung	252
Die räumliche Verteilung der Wirkungs-dosis	267
Die Kreuzfeuerdosierung	271
Die Einstelltechnik	288
Der Strahlenschutz	292
Die Nachbehandlung	298
Literaturverzeichnis	300

Vorbemerkung.

Der Aufforderung von Herrn Professor Grashey, im Rahmen der „Diagnostischen und therapeutischen Irrtümer“ ganz allgemein die Irrtümer zu beschreiben, welche bei der Durchführung der Röntgentherapie möglich sind, bin ich mit besonderer Freude nachgekommen. Gerade im gegenwärtigen Moment macht die Röntgentherapie eine sehr schwere Krise durch, welche dadurch heraufbeschworen wurde, daß eine große Zahl von Röntgenologen allein mit der Steigerung der Tiefenwirkung der Röntgenstrahlen das Krebsproblem bereits gelöst zu haben glaubten. „Der Sieg der Röntgenstrahlen über den Krebs“ wurde verkündet und das Kampffeld gegenüber dem Krebs wurde allein für die Röntgenstrahlen in Anspruch genommen. Eine so einseitige Stellungnahme mußte sich in kurzer Zeit als irrig erweisen, und heute erleben wir es, daß jeder „den Sieg der Röntgenstrahlen über den Krebs“ verspottet, und man neigt dazu, gerade in den entgegengesetzten Irrtum zu verfallen, daß man den Röntgenstrahlen gar keinen Wert mehr für die Krebsbehandlung beimißt. Der größte Irrtum ergibt sich aber, wenn man schon jetzt ein Werturteil über eine noch ganz in der ersten Entwicklung begriffene Methode fällen zu können glaubt. Wir müssen erst langsam und in zäher Arbeit erlernen, wie wir die Heilwirkung der Röntgenstrahlen am zweckmäßigsten ausnutzen können. Daß die Röntgenstrahlen ohne die ärztliche Kunst ihrer Anwendungsweise von selber nicht die volle Heilwirkung entfalten können, ist ebenso selbstverständlich, wie auch das Messer des Chirurgen nicht in sich, sondern erst durch denjenigen, der es kundig führt, seinen Heilwert nutzbar machen kann. Gerade in der Anwendung der Röntgenstrahlen gibt es eine fast ungezählte Reihe von Fehlerquellen, die zu verhängnisvollen Irrtümern führen können. Da ein einziger Irrtum in der Röntgentherapie oft den erhofften Erfolg zu einem vollen Mißerfolg umzuwandeln vermag, war es besonders verlockend und dankbar, die möglichen Irrtümer in systematischer Schilderung aufzuzeigen. Das Buch soll entsprechend seiner großzügigen, durch Herrn Geheimrat Schwalbe geschaffenen Anlage, sowohl dem Allgemeinpraktiker das Verständnis für die besonderen Schwierigkeiten dieses Spezialfaches erwecken und ihn in das Wesen desselben einführen, als auch dem Fachmann die Irrtümer aufzeigen, welche seiner Arbeit schädlich werden können. Die Eigenart der speziellen Aufgabe, die Irrtümer in der Röntgentherapie zu schildern, bringt es aber mit sich, daß das Buch im eingetretenen Schadenfalle auch ein brauchbares Nachschlagewerk sein muß. Um diesem dreifachen Zwecke gleichzeitig zu genügen, sind die Literaturstellen nur kurz und dem Sinne nach zitiert, ohne den Inhalt derselben ausführlich wiedergeben zu können. Dagegen erleichtert ein ausführliches Literaturverzeichnis am Schluß die Orientierung über die einschlägige Literatur.

Die Giftwirkung der Röntgenstrahlen.

Die Deutsche Röntgengesellschaft hat auf dem Röntgenkongreß 1923 in München einen Beschluß gefaßt, der die Röntgenstrahlen als ein stark wirkendes Gift bezeichnet, das von der Reichsregierung durch Gesetz dem öffentlichen Verkehr entzogen und nur auf ärztliche Anordnung und durch Ärzte abgegeben werden sollte. Der Grund hierfür liegt darin, daß die biologisch hochwirksamen Röntgenstrahlen mehr wie jedes andere Arzneimittel geeignet sind, bei falscher Anwendung schwersten Schaden zu stiften. Die schädliche Wirkung der Röntgenstrahlen ist aus drei Gründen besonders unheimlich und heimtückisch. Diese sind: Die Schwierigkeiten der Strahlenmessung, die Latenzzeit der Strahlenwirkung und die Hartnäckigkeit entstandener Geschwürsbildung.

Ist einmal eine schwere Röntgenverbrennung eingetreten, so sind die dadurch entstandenen Geschwüre ganz besonders hartnäckig in der Heilung.

Schon bald nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen kam es zu Geschwürsbildungen, die sich durch schlechte Heilungstendenz auszeichneten. Lassar¹ demonstrierte im Februar 1898 bereits ein Röntgengeschwür mit auffallend schlechter Heilungstendenz. Diese schlechte Heilungstendenz ist vorwiegend bedingt durch hochgradige Veränderung der Gefäße. Hierüber sind sehr eingehende histologische Studien gemacht. Ich nenne nur die ersten klassischen Arbeiten von Gasmann², Ellis³, Pagenstecher⁴.

Besonders hochgradig sind die Endothelzellen geschädigt. Es kommt zu einer Endarteriitis obliterans und dadurch zu irreparabler Zerstörung des Gefäßlumens. Das führt zu schwerster Ernährungsstörung des Geschwürgrundes und ist wohl die Hauptursache für die Hartnäckigkeit der Geschwüre. Die Röntgenverbrennungen sind zudem oft äußerst schmerzhaft und können dadurch schwere Psychosen mit Depressionszuständen, ja häufig genug Suizidversuche auslösen. Krause⁵ berichtet über zwei derartige Fälle. Es gehört zu den größten Seltenheiten, daß ein tiefgreifendes Röntgengeschwür spontan in kurzer Zeit zur Ausheilung kommt. Wir können in der Literatur nur einen Fall finden, den Blaine⁶ beschrieben hat. Im allgemeinen kommen die Röntgengeschwüre nur nach sehr ausgiebiger operativer Entfernung zur Ausheilung. Große plastische Deckungen sind meist notwendig, so daß derartige operative Eingriffe oft ziemlich schwer bewertet werden müssen (Ramstedt und Jakobsthal⁷, Huntington⁸, Baermann und Linser⁹, Pels-Leusden¹⁰).

Nicht nur die träge Heilungsfähigkeit, das torpide Verhalten der Röntgengeschwüre kennzeichnet diese Schädigungen als besonders heimtückisch und unheimlich, sondern die oft dunklen und unklaren Ursachen derselben verschärfen die Gefahren einer Röntgenverbrennung in hohem Maße. Bei anderen Giften, welche ähnliche Schädigungen setzen, sind die Bedingungen, unter denen solche Schäden entstehen, ziemlich genau bekannt. Man weiß, daß solche Gifte von einer bestimmten Konzentration an und bei bestimmter Anwendungsweise schädlich wirken. Bei den Röntgenstrahlen handelt es sich zwar auch um ganz analoge Verhältnisse, nur ist die Messung der Röntgenstrahlenkonzentration und die Überwachung der Anwendungsweise soviel technischen und praktischen Schwierigkeiten unterworfen, daß die Bedingungen, durch welche ein Schaden nach Röntgenbestrahlung entstanden ist, trotz aller Nachforschungen oft äußerst ungeklärt geblieben sind. Erst mühsam und in zäher

Arbeit zweier Jahrzehnte konnten die mannigfachen Schwierigkeiten überwunden werden. Wir danken es der unermüdlichen Forschungsarbeit zahlreicher namhafter Röntgenologen, daß wir heute genauere Kenntnisse besitzen über die verschiedenen Bedingungen, welche für das Zustandekommen einer Röntgenschädigung nötig sind. Viele dieser Röntgenologen mußten freilich ihre aufopferungsvolle Pioniertätigkeit auf diesem Gebiete durch den Berufstod besieghen. Ich nenne hier nur die Namen Albers-Schönberg, Caldwell. In der Literatur befinden sich weiter bemerkenswerte Berichte solcher Berufsschädigungen von Röntgenologen von Hallopeau und Gadand¹¹, Hall¹² und Dean¹³. Die Arbeit dieser aufopferungsvollen Forscher war aber nicht umsonst, sondern hat zu sehr klaren und positiven Ergebnissen geführt. Nur wer sich diese Ergebnisse in ihrer Gesamtheit auf das gewissenhafteste zu eigen gemacht hat, wird die Gefahren kennen und diejenigen Irrtümer und Fehler bei der Anwendung der Röntgenstrahlen vermeiden, welche verhängnisvolle Röntgenschädigungen im Gefolge haben könnten. Eine gute Fachausbildung ist deshalb für jeden Arzt, welcher Röntgenstrahlen therapeutisch anwendet, unerläßlich. Mit Recht wird auch von deutschen Autoren (E. A. Schmidt¹⁴, Grashey¹⁵ und Hopf¹⁶) bei der zunehmenden Anwendung der Röntgenstrahlen eine gründliche Fachausbildung der Mezdinstudierenden gefordert. Eine Forderung, welche übrigens in Amerika und Frankreich und anderen Kulturländern längst erfüllt ist. Eine gute Fachausbildung der Röntgentherapie treibenden Ärzte wird immer das beste Mittel zur Verhütung von Irrtümern und demzufolge von Röntgenschädigungen bleiben und ist hierfür ganz unentbehrlich!

Die „Idiosynkrasie“ gegen Röntgenstrahlen und die gesetzliche Haftpflicht des Arztes im Schadensfalle.

Man hat früher, als unsere Kenntnisse über das Wesen der Röntgenstrahlen noch sehr lückenhaft waren, geglaubt, eine eingetretene Röntgenverbrennung durch eine besondere Idiosynkrasie gegen Röntgenstrahlen erklären zu können (Beck¹⁷, Sippel¹⁸ u. a.). Es kann aber heute als hinlänglich bewiesen gelten, daß es keine Idiosynkrasie gegen Röntgenstrahlen gibt. Hall¹⁹, Gocht²⁰, Kienböck²¹, Hess²², Holfelder²³ und H. E. Schmidt²⁴ sind in der Literatur besonders scharf gegen die Lehre von der Idiosynkrasie gegen Röntgenstrahlen aufgetreten. Es ist noch kein einziger Fall von Röntgenstrahlenschädigung in der Literatur beschrieben worden, bei dem der sichere Beweis erbracht wäre, daß es sich nicht um eine Überdosierung gehandelt hat. Somit ist noch kein einziger Fall von Idiosynkrasie als solcher sicher erwiesen! Es ist nicht möglich, eine eingetretene Röntgenverbrennung mit dem Schlagwort „Idiosynkrasie“ zu entschuldigen. H. E. Schmidt hat zudem ein einfaches Verfahren angegeben, um gegebenenfalls die Behauptung einer vorliegenden „Idiosynkrasie“ zu entkräften. Man braucht nur eine kleine Hautstelle des Patienten, der angeblich eine Idiosynkrasie gegen Röntgenstrahlen haben soll, mit einer geeichten Röhre zu bestrahlen und mit einer vollen Erythemdosis zu belasten, um die irrtümliche Behauptung zu widerlegen. Es ist noch niemals ein Fall beschrieben worden, der auf diese einfache Probe hin mit einem weiteren Röntgengeschwür reagiert hätte. Wenn also

heute fast alle erfahrenen Röntgenologen das Vorhandensein einer echten Idiosynkrasie ablehnen, so ergibt sich daraus die zwangsmäßige Folgerung, daß jede Röntgenverbrennung durch Überdosierung bedingt sein muß. Damit ist aber nicht gesagt, daß die Tatsache einer Röntgenverbrennung immer auf einen Kunstfehler zurückgeführt werden muß. Strauß²⁵ wendet sich ganz energisch besonders an die praktischen Ärzte mit der Warnung vor unüberlegter Meinungsäußerung bei der Feststellung einer Röntgenverbrennung. Er weist darauf hin, daß man vor allen Dingen es der Verbrennung selbst niemals ansehen kann, wen das Verschulden in diesem Falle trifft. Auch bei ganz sachgemäßer ärztlicher Dosierung sind technische Fehlerquellen in mancher Beziehung möglich, und unglückliche Zufälle, auf die weiter unten im einzelnen noch eingegangen werden soll, können sekundär eine Röntgenverbrennung auslösen. Eine unüberlegte Äußerung des praktischen Arztes kann hier oft großen Schaden stiften und den Ruf auch des gewissenhaftesten Röntgenologen schwer beeinträchtigen.

Unglücklichen Zufällen ist in dieser Beziehung jeder Röntgentherapie treibende Arzt ausgesetzt, und es kann nicht genug darauf hingewiesen werden, daß sich der Röntgenarzt in ausreichender Höhe bei einer Haftpflichtgesellschaft gegen zivilrechtliche Inanspruchnahme sicherstellt. Schon Albers-Schönberg und Lorenz²⁶ haben darauf hingewiesen, daß eine solche zivilrechtliche Sicherstellung des Arztes auch im Hinblick auf solche Schäden notwendig ist, die durch Fehler seines Personals entstehen. Lieck²⁷ vertritt den Standpunkt, daß in jedem Röntgenlaboratorium ein gewisser Prozentsatz von Röntgenverbrennungen an der Tagesordnung sein müsse, sobald man Karzinomtherapie treiben wolle. Wir sind jedoch mit Möller²⁸ der Ansicht, daß solcher Standpunkt weit übertrieben ist und daß bei genügender Beaufsichtigung des Personals und bei genügender technischer und biologischer Kenntnis des Röntgentherapeuten eine Röntgenverbrennung heutzutage so selten ist, daß man solches Ereignis durchaus als Unglücksfall bezeichnen muß. Es ist nicht angängig, den Eintritt von Röntgenverbrennungen der Häufigkeit nach mit Störungen in der Wundheilung nach Operationen zu vergleichen, wie Lieck dies versucht. Immerhin dürfte man die Gefahr einer Röntgenverbrennung etwa gleich der eines Narkosezufalls setzen (Bucky²⁹). Es ist deshalb notwendig, bei der Bestrahlung von unmündigen Personen sich vorher die Einwilligung der Eltern geben zu lassen. Wir können feststellen, daß unter der Voraussetzung einer sorgfältigen und gewissenhaften Bestrahlungstechnik die Gefahren einer schweren Röntgenverbrennung ganz außerordentlich gering anzuschlagen sind. Trotzdem erscheint es nötig, sich gegen diese Gefahren rechtzeitig zivilrechtlich zu sichern, weil die Schwere und Länge des Krankenlagers bei eingetretener Röntgenverbrennung die betroffenen Patienten fast immer zur gerichtlichen Klage bringt. Die Richtlinien für die rechtliche Sicherstellung können hier nicht näher ausgeführt werden, es sei diesbezüglich auf die Arbeiten von Bucky²⁹, Kirchberg³⁰, Gocht³¹ und Flaskamp³² verwiesen.

Das Auftreten eines Röntgengeschwürs ist der direkteste und schwerste Grad der Röntgenschädigung. Wir haben den obersten hypokratischen Grundsatz: „*Πρῶτον το μὴ βλαπτεῖν*!“ aber noch nicht erfüllt, wenn wir nur diese schwerste Form der Röntgenschädigung vermeiden. Es gibt von der gewollten

biologischen Wirkung bis zum Röntgengeschwür noch eine ganze Reihe von Zwischenstufen der Schädigung, welche durch Gewebsschädigungen mehr oder weniger leichter Art gekennzeichnet sind. Solche leichteren Schädigungen können entweder sekundär durch das Hinzutreten irgendeiner anderen Noxe eine schwere Schädigung auslösen. So kann z. B. der scheuernde Druck der Kleider an einer durch Röntgenstrahlen leicht geschädigten Hautstelle zu einem Geschwür führen (Wintz³³). Aber auch indirekt können Gewebsveränderungen leichter Art für den Patienten fatal werden. Eine unzumutbare Dosierung bei einem Mediastinaltumor z. B. kann zu plötzlicher Schwellung des Tumors und dadurch sekundär zum Erstickungstode führen (Czepa³⁴).

Beispiele derartiger sekundärer Gefahren der Röntgentherapie werden in den speziellen Kapiteln ausführliche Würdigung finden.

Um die Gefahren und Irrtümer, welche der Röntgentherapie im allgemeinen anhaften, richtig einzuschätzen, wollen wir uns mit Beclère³⁵ klar machen, daß die Grundsache aller Gefahren im Gefolge der Röntgentherapie einzig und allein in der Dosierung liegt. Eine falsche Dosierung muß in jedem Falle das auslösende Moment einer Röntgenschädigung sein, in welcher Richtung auch immer dieselbe auftreten sollte. Es wurde schon oben betont, daß es gilt, ungeheure Schwierigkeiten zu überwinden, um die große Zahl der technischen Fehler zu vermeiden, welche zu einer falschen Dosierung führen können. Die Dosierung der Röntgenstrahlen ist ganz wesentlich und grundsätzlich verschieden von der Dosierung jedes anderen Arzneimittels. Die Hauptschwierigkeiten hierfür liegen in der Latenzzeit der Wirkung und in der örtlichen Verteilung der Strahlenenergie innerhalb des Körpers.

Die Latenzzeit der Strahlenwirkung und die zeitliche Verteilung der Röntgendosis.

Wir wissen durch die grundlegenden Arbeiten von Heineke³⁶ und Perthes³⁷, daß jede Zelle, welche von Röntgenstrahlen getroffen ist, eine mehr oder weniger lange Zeit braucht, ehe die Wirkung der Röntgenstrahlen erkennbar wird. Die Länge dieser Latenzzeit ist bei verschiedenen Zellarten verschieden und bei weichen Röntgenstrahlen kürzer als bei harten Röntgenstrahlen. Sie bewegt sich im allgemeinen zwischen 5 und 25 Tagen. Die Latenzzeit der Röntgenstrahlenwirkung beruht nach den Untersuchungen von Heineke³⁶ und Wassermann³⁸ auf einer vorwiegenden Schädigung der Genozentren des Zellkerns, während die Nutrizentren meist sehr viel geringere Schäden erleiden. Deshalb wird eine Röntgenwirkung erst dann manifest, wenn die in Funktion befindliche Zellgeneration durch natürliche Abnutzung abgestorben ist und infolge der Genozentrenschädigung ein vollwertiger Zellersatz fehlt. Nur wenn die Röntgendosis um ein Vielfaches zu stark gewählt wird, kann ein akuter Zellzerfall auch ohne vorherige Latenzzeit eintreten, weil dann auch die Nutrizentren der Kernsubstanz so schwer geschädigt sind, daß die Zellen direkt durch die Röntgenwirkung gewissermaßen explosionsartig zerfallen (Heineke l. c.). Perthes hatte schon 1903 aus dem Vorhandensein dieser Latenzzeit die richtige praktische Folgerung gezogen, daß es unmöglich ist, sich mit Röntgen-

strahlendosen gewissermaßen vorsichtig tastend bis zum Erfolg einzuschleichen, wie man das mit den meisten differenten Arzneimitteln zu tun gewohnt ist. Ein solches Vorgehen birgt ungeheure Gefahren in sich. Würde man etwa mit täglichen Bestrahlungen und kleinen Dosen bis zum Eintritt der gewünschten Wirkung vorgehen, so würde man naturgemäß anfangs, während der Latenzzeit, überhaupt keine Wirkung feststellen und könnte dann plötzlich, sobald die Latenzzeit der ersten Bestrahlungen vorüber ist, durch die Kumulation der inzwischen verabfolgten Dosen recht unangenehme Überraschungen in bezug auf die Stärke der ausgelösten Reaktion des Gewebes erleben. Diese Gefahr besteht immer, wenn man bei derartigem Vorgehen mit Röntgendosen arbeitet, welche im Schwellenbereich der beabsichtigten Nutzwirkung liegen. Die Verwendung von Dosen, welche unterhalb dieses Schwellenbereiches liegen, würde die Therapie zwar ungefährlich, aber auch ebenso wertlos gestalten. Wir müssen also mit Perthes³⁷ und Belot³⁹ die Notwendigkeit anerkennen, daß die gesamte für erforderlich gehaltene Dosis verabfolgt wird, noch bevor die Latenzzeit, vom Beginn der Behandlung an gerechnet, abgelaufen ist. Es ist nicht möglich, sich mit der Dosierung nach dem Ausfall der Wirkung zu richten, sondern wir müssen die zu verabfolgende Dosis vorausbestimmen, ohne daß wir vom Einzelfall wissen, wie er auf diese Dosis ansprechen wird.

Man hat unter Führung der Erlanger und der Freiburger Schule lange Zeit geglaubt, daß besonders in der Karzinomtherapie im Sinne der alten Perthesschen Regel die gesamte Dosis in einer Sitzung hintereinander ohne Pause verabfolgt werden müsse, um die besten Erfolge zu erzielen. Wir kommen heute immer mehr dazu, diese extreme Forderung zu verlassen, und zwar um so mehr, je härter die Röntgenstrahlungsmische sind, die der modernen Tiefentherapie zur Verfügung stehen. Es ist eine Eigentümlichkeit der kurzwelligsten Röntgenstrahlen, daß sie eine sehr lang anhaltende Wirkung in den getroffenen Zellen entfalten. Kann man bei Röntgenstrahlen, die der Wirkungsperiode vorausgehende Latenzzeit nach Tagen zählen, so muß man bei den ultraharten Röntgenstrahlen die Latenzzeit bereits nach Wochen, ja bisweilen sogar nach Monaten zählen. Man kann im allgemeinen annehmen, daß die Wirkung ganz weicher Röntgenstrahlen nach 4–5 Wochen vollkommen abgeklungen ist, während die Wirkung der ganz harten Röntgenstrahlen etwa 4–5 Monate zum Abklingen benötigt. Wenn man sich die Größenordnung dieser Wirkungszeiten vergegenwärtigt, so erscheint es einleuchtend, daß im Vergleich zur Gesamtdauer der Wirkung der Unterschied nicht sehr groß ist, ob wir eine Dosis sehr harter Röntgenstrahlen innerhalb einer Stunde, eines Tages oder innerhalb von 2–4 Tagen verabfolgen. In der Tat scheint es, daß die Verteilung einer Röntgendosis auf 2–4 unmittelbar aufeinanderfolgende Tage vielleicht sogar zu besseren klinischen Ergebnissen führt, jedenfalls aber die Heilungsaussichten keineswegs verringert. Die so vorgenommene Verteilung der Dosis auf wenige dicht hintereinanderfolgende Tage hat den Vorteil, daß man die Gefahren sicher vermeiden kann, welche durch die Bestrahlung eines röntgenhochempfindlichen Gewebes (z. B. Lymphosarkom) mit hohen Röntgendosen bedingt sind. Wir wissen nämlich, daß die hochempfindlichen Gewebe

fast momentan auf die Röntgenstrahlen reagieren, ohne die sonst stets beobachtete Latenzzeit durchzumachen. Nur für die Bestrahlung derartiger hochempfindlicher Gewebe besteht also die Möglichkeit einer einschleichenden Dosierung bis zum Eintritt des Erfolges, allerdings auch hier nur falls der Erfolg innerhalb der ersten 2 Tage positiv ist. Wir dürfen nicht außer acht lassen, daß die Verteilung einer Dosis harter Röntgenstrahlen auf 2—4 Tage im Prinzip immer noch der alten Perthesschen Forderung entspricht. Man verabfolgt die Dosis zwar nicht strenggenommen in einer Sitzung, sondern hintereinander aber ohne den Eintritt des Erfolges abzuwarten, und das ist ja doch das Wesentliche der Perthesschen Forderung! Die Zahl der Tumoren, welche durch strahlenhochempfindliche Zellen gebildet sind, ist jedoch bei weitem die Minderzahl, so daß uns auch die Verwendung der ultraharten Röntgenstrahlen und die Verteilung der Dosis auf mehrere Tage nicht von der Notwendigkeit befreien kann, die zu verabfolgende Dosis im voraus zu bestimmen.

Besondere Erwähnung bedarf die sog. Frühreaktion, welche unmittelbar nach der Bestrahlung innerhalb der ersten 24 Stunden aufzutreten pflegt. Sie hängt mit der eigentlichen Röntgenreaktion in keiner Weise zusammen. Sie dokumentiert sich durch eine mehr oder weniger hochgradige Schwellung und Hyperämie des gesamten bestrahlten Gebietes und klingt nach wenigen Stunden vollständig ab. Die Stärke der Frühreaktion ist ohne jeden Einfluß auf die Stärke der eigentlichen Röntgenreaktion, welche wir erst nach dem Ablauf der Latenzzeit beobachten und welche wir im Gegensatz zur Frühreaktion auch als Spätreaktion oder besser als Hauptreaktion bezeichnen können. Schmidt⁴⁰ hat besonders darauf aufmerksam gemacht, daß der Grad der Frühreaktion keinerlei Schlüsse auf den graduellen Ausfall der eigentlichen Röntgenreaktion, der Spätreaktion, zuläßt. Gibt man z. B. eine Erythemdosis auf eine stark komprimierte Haut, so kommt es bekanntlich nicht zum Ausbruch des Haupterythems, dagegen wird das Früherythem in keiner Weise dadurch beeinflusst. Das Wesen der Frühreaktion ist noch keineswegs sicher geklärt. Wir unterscheiden nach Kienböck⁴¹ die oberflächliche Frühreaktion als vorübergehende Rötung der Haut ohne bleibende Veränderungen und die tiefe Frühreaktion, z. B. Anschwellen von bestrahlten Drüsen. Daneben beobachtet man noch die von Kienböck so bezeichnete Frühreaktion des Blutes in Form der Röntgenleukozytose (Leukozytenanschwellung nach Holzknecht und Gerber) und die allgemeine Frühreaktion, den Röntgenkater. Von diesen beiden Formen der Allgemeinwirkung soll jedoch hier nicht die Rede sein. Nur die örtliche Frühreaktion soll in ihrer Bedeutung als Gefahrenquelle zunächst besprochen werden. Im allgemeinen ist die Frühreaktion als solche nicht von erheblicher praktischer Bedeutung. Eine praktische Bedeutung kommt ihr aber zu, wenn die Möglichkeit besteht, daß infolge der Gewebsschwellung während der Frühreaktion die Atemwege verlegt werden oder aber, wenn die Gefahr besteht, daß während der Frühreaktion ein Gewebe, welches größere Mengen von Toxinen enthält, diese Toxine in gefährlicher Konzentration an den Körperstoffwechsel abgibt. Als Beispiele der ersten Gruppe von Gefahren nenne ich die Bestrahlung einer kindlichen Thymushyperplasie, als Beispiele der zweiten Gefahrengruppe nenne ich die Bestrahlung eines großen pseudoleukämischen Tumors oder auch die Bestrahlung einer ausge-

sprochenen Basedowstruma. Verteilt man in solchen Fällen die zu verabfolgende Dosis auf drei oder vier unmittelbar aufeinanderfolgende Tage, so vermeidet man sicher eine stärkere Frühreaktion und hat trotzdem wegen der langen Wirkungszeit der ultraharten Strahlen die gesamte, als erforderlich erachtete Dosis in einem einheitlichen Zeitraume verabfolgt. Pordes⁴², Schwarz und Czepa⁴³ haben auf die Gefahren der Frühreaktion hingewiesen, welche gerade bei der Basedowschen Struma und bei der Thymushyperplasie durch die Verabfolgung der Dosis in einer Sitzung entstehen können. Dieser Hinweis geschah aus Anlaß der Empfehlung einer einheitlichen Dosierung auch bei diesen Krankheiten durch den Verfasser²³. Zu Beginn der Entwicklung der modernen Schwerfiltertherapie trat besonders bei der Verwendung von Fernfeldern die Frühreaktion kaum in Erscheinung, so daß wir nicht gezwungen waren, mit unserer Dosierungstechnik auf die mögliche Gefahr einer Frühreaktion Rücksicht zu nehmen. Heute haben wir die Intensität und die Tiefenwirkung auch der schwergefilterten Röntgenstrahlen erheblich gesteigert. Wir brauchen deshalb heute das Fernfeld nicht mehr regelmäßig zum Zwecke der Erreichung der nötigen Tiefenwirkung heranzuziehen. Dadurch haben wir die absolute Intensität der verabfolgten Röntgenenergie etwa verzehnfacht, d. h. wir brauchen nur noch ein Zehntel der Zeit von früher, um die gleiche Wirkungsdosis zu verabfolgen. Seitdem wir diese erhebliche Steigerung der Röntgenintensität (wohlgemerkt: nicht eine Steigerung der Dosis!) praktisch durchgeführt haben, erleben wir auch fast regelmäßig eine ziemlich starke Frühreaktion. Wir glauben deshalb, daß die Stärke der Frühreaktion sehr viel mehr von der Intensität der verabfolgten Röntgenenergie als von der absoluten Größe der verabfolgten Dosis abhängt. Es erscheint daher bei den heute erreichbaren hohen Strahlenintensitäten in der Tat äußerst notwendig, durch eine geeignete Dosierung in dem oben angeführten Sinne gerade bei derartigen Leiden die geschilderten Gefahren der Frühreaktion zu umgehen. Wir können dies unbedenklich tun, da wir bei den heute zur Verfügung stehenden harten Röntgenstrahlungsgemischen mit ihrer langen Wirkungszeit in der Lage sind, die alte Perthesche Forderung nach der Verabfolgung der gesamten Dosis in einer Sitzung, auch dann noch, dem Sinne nach, zu erfüllen, wenn wir die Dosis auf wenige, unmittelbar aufeinanderfolgende Tage verteilen.

Der lange zeitliche Ablauf einer Röntgenreaktion mit seinen Eigentümlichkeiten, der Latenzzeit, der Zeit der sichtbaren Einwirkung und der Zeit des Abklingens der Reaktion, zwingt uns also zu einer ganz bestimmten zeitlichen Verteilung unserer Dosis, wenn wir die Irrtümer und Gefahren vermeiden wollen, welche bei der Verabfolgung sog. „verzettelter“ Dosen eintreten können. Diese Gefahren liegen in der Möglichkeit einer kumulativen Wirkung der Röntgenstrahlen und in der Unmöglichkeit, den Grad dieser Wirkung nur irgendwie zu beurteilen. Wir wissen bereits aus den klassischen Untersuchungen von Perthes³⁷, daß unter Umständen, welche zu reproduzieren wir nicht in der Hand haben, bei der Verabfolgung von verzettelten Dosen an Stelle der kumulativen Wirkung auch eine erhebliche Abschwächung der Wirkung eintreten kann. Diese läßt sich nur dadurch erklären, daß die einzelnen Zellen durch mehrere hintereinanderfolgende gleichartige Reize allmählich an dieselben gewöhnt und gegen sie widerstandsfähig gemacht werden. Man hat dann etwa den Vorgang einer aktiven Immunisierung gegen Röntgenstrahlen

vor sich. Sowohl die Kumulation der Strahlenwirkung wie auch die Gewöhnung der Zellen an dieselbe sind hinreichend sicher beobachtet und bewiesen. Wir haben aber bisher kaum die Möglichkeit, die eine oder andere Richtung der Reaktion gewollt herbeizuführen.

Es wurde oben bereits ausgeführt, daß wir deshalb gezwungen sind, die gesamte, als notwendig erachtete Röntgendosis auf einmal, d. h. entweder in einer einzigen Sitzung oder innerhalb weniger unmittelbar aufeinanderfolgender Tage, zu verabfolgen. Der lange Ablauf der Röntgenreaktion macht es uns weiterhin zur Pflicht, nach einer solchen Dosis unter allen Umständen abzuwarten, bis die Röntgenreaktion vollkommen abgeklungen ist, bevor man eine neue Röntgendosis folgen läßt. Nur bei Dosen geringeren Grades kann man im Notfalle schon eine Wiederholung der Dosis vornehmen, kurz nachdem der Höhepunkt der Röntgenreaktion überwunden ist. In allen anderen Fällen aber muß man sehr viel längere Zeit warten, um die Gefahren der Kumulation sicher zu vermeiden. Weiche, langwellige Röntgenstrahlen verursachen einen kürzeren Ablauf der Reaktion als harte, kurzwellige Strahlen. Je härter die Strahlung ist, mit der wir arbeiten, um so länger hält die Wirkung derselben an. Wenn man bei weichen, ungefilterten Strahlen als allgemeine Regel die Forderung aufgestellt hat, zwischen zwei zu verabfolgenden Röntgendosen einen Mindestzeitraum von 4—5 Wochen zum Zwecke der Gewebserholung einzuschalten, muß man diesen Zeitraum bei der Verwendung harter Strahlen mindestens 3—4 Monate lang wählen. Handelt es sich um die zweite oder dritte Wiederholung einer Röntgendosis, so kann man damit rechnen, daß das Gewebe noch eine sehr viel längere Zeit zur Erholung braucht. Man geht im allgemeinen sicher, wenn man dann als Mindestzeitraum für die Erholungspause 6 bzw. 9 Monate bemißt. Damit sind natürlich nur Richtlinien aufgestellt, von denen der erfahrene Röntgenologe im Einzelfalle einmal bewußt und sicher auch nach unten abweichen darf. Im allgemeinen haben sich dieselben jedoch außerordentlich bewährt.

Besonders unangenehmen Irrtümern und Überraschungen ist der Röntgentherapeut in dieser Beziehung ausgesetzt, wenn der Patient vorher von anderer Seite eine Röntgenbestrahlung erhalten hat. Es ist selbstverständlich, daß der Röntgenarzt in jedem Falle die Pflicht hat, vor der Vornahme einer Röntgenbestrahlung den Patienten zu befragen, ob er schon vorher einmal mit Röntgenstrahlen behandelt worden ist. Es erscheint zweckmäßig, in das Krankenjournal eine ständige Rubrik: „Bereits geröntgt am:“ od. dgl. aufzunehmen, damit man diese Frage zu tun nie vergißt. Der Patient hält es manchmal in Unkenntnis des langen zeitlichen Ablaufs einer Röntgenreaktion nicht für nötig, den Arzt auf eine vorher stattgehabte Röntgenbehandlung aufmerksam zu machen. Wird er nicht ausdrücklich vom Arzte danach gefragt und kommt es infolge Nichtbeachtung der vorher verabfolgten Röntgendosis zu einer Röntgenschädigung, so kann der letztbehandelnde Arzt in vollem Umfange dafür zur Rechenschaft gezogen werden. Verheimlicht der Patient, trotz der Frage des Arztes, eine vorher stattgehabte Röntgenbestrahlung, so trifft den Patienten allein die volle Verantwortung. Rothbart⁴⁴ hat den Vorschlag gemacht, daß man grundsätzlich ein mit Röntgenstrahlen belastetes Hautfeld durch Tätowierung kennzeichnen möge, um Irrtümer und Doppelbestrahlungen sicher zu vermeiden.

Wenn auch zugegeben werden muß, daß die Befolgung dieses Vorschlags der sicherste Weg zur Vermeidung von irrtümlichen Doppelbestrahlungen sein würde, so erscheint die Durchführung desselben aus rein menschlichen Rücksichten völlig unmöglich.

Hat aber der Arzt den Verdacht, daß der Patient eine stattgehabte Röntgenbestrahlung verheimlicht, oder besteht infolge der Unkenntnis des Patienten Unklarheit darüber, ob die vom Patienten geschilderte ärztliche Behandlung wirklich eine Röntgenbestrahlung war oder nicht, und ist auf der Haut keine Spur einer Röntgenbestrahlung zu finden, so gibt es nach Janus⁴⁵ ein sehr einfaches Mittel, um sich hierüber genauen Aufschluß zu verschaffen. Man bringt den Patienten in ein warmes Vollbad und beobachtet die Haut des Patienten unmittelbar nach dem warmen Bade. Hat vorher eine Röntgenbestrahlung stattgefunden, so zeichnen sich die Bestrahlungsfelder mit deutlichem Erythem von der übrigen Haut ab.

Hat aber eine Röntgenbehandlung stattgefunden und kommt diese zur Kenntnis des Arztes, so tut er in jedem Falle gut, die notwendige Erholungszeit voll abzuwarten, bevor er eine neue Röntgenbehandlung unternimmt. Selbst wenn die Dosenangaben des Kollegen, der die vorher stattgehabte Röntgenbehandlung geleitet hat, noch so beruhigend lauten, ist man unter Umständen dabei doch gerade den unangenehmsten Überraschungen ausgesetzt. Tritt dann einmal eine Röntgenverbrennung ein, so wird die Verantwortung dafür in keiner Beziehung leichter, weil sie von zwei Röntgentherapeuten geteilt wird. Die Hauptverantwortung wird und muß denjenigen Arzt treffen, welcher die letzte Bestrahlung ausgeführt hat. Man tut deshalb in allen vorbestrahlten Fällen gut, die Röntgenbehandlung nicht eher zu beginnen, ehe nicht mindestens die oben angeführte Zwischenzeit von 3—4, möglichst aber eine solche von 4—6 Monaten vergangen ist. Die Versuchung, die Behandlung doch eher auszuführen, ist in solchen Fällen fast ausnahmslos recht groß, besonders wenn es sich um die Behandlung maligner Tumoren handelt. Der Patient wechselt meist gerade deswegen den Arzt, weil die Behandlung nicht von Erfolg begleitet war. Wenn nun ein solcher Patient mit dem Krankheitsbild eines fortschreitenden malignen Tumors in unsere Behandlung kommt und sich dabei herausstellt, daß erst vor 1 oder 2 Monaten von einem anderen Kollegen eine Röntgenbehandlung vorgenommen wurde, wenn wir nach der ganzen Schilderung des Falles den beigegebenen Arztberichten und so weiter zu der Auffassung gelangen, daß die vorher durchgeführte Röntgenbehandlung ungenügend und vielleicht deswegen erfolglos gewesen ist, so liegt oft nichts näher als der Wunsch, durch eine sofortige energisch durchgeführte Röntgentherapie den Versuch zu einer günstigen Wendung des Krankheitsbildes zu wagen. Nichts wäre jedoch verkehrter als ein solches Vorgehen! In erster Linie ist dabei auf die große Kumulationsgefahr der beiden Röntgendosen hinzuweisen, welche allein schon ein derartiges Verfahren verbietet. Aber ganz abgesehen davon, hat uns auch die Erfahrung gelehrt, daß solche unzweckmäßig und ungenügend vorbehandelten Tumoren um so günstiger auf eine Röntgenbehandlung mit ausreichender Dosis ansprechen, je größer der Zwischenraum zwischen dieser und der vorangegangenen Bestrahlung ist. Es hat direkt den Anschein, als ob die vorangegangene ungenügende Bestrahlung von den Zellen erst völlig über-

wunden werden muß, bevor diese wieder in der Lage sind, auf eine zweckmäßig gewählte Dosis in der gewünschten Richtung zu reagieren. An und für sich trübt jede unzureichende Vorbehandlung mit Röntgenstrahlen die Prognose einer rationellen Strahlentherapie recht erheblich, und auch dann, wenn man dem bestrahlten Gewebe eine genügend lange Zeit zur Erholung läßt, bevor man mit einer neuen Bestrahlung beginnt, ist die Prognose niemals so gut wie bei unbehandelten Fällen. Ist der Tumor aber nach einer vorangegangenen ungenügenden Röntgenbestrahlung in schnellem Wachsen begriffen, so pflegt eine wenige Wochen nach derselben einsetzende erneute Bestrahlung das Krankheitsbild kaum nennenswert zu beeinflussen. Wir raten deshalb dazu, in solchen Fällen zunächst von jeder Bestrahlung abzusehen und mit anderen Mitteln so lange zu behandeln, bis die notwendige Erholungszeit verstrichen ist. Bietet dann der örtliche Befund und der Gesamtzustand des Kranken noch Aussicht auf erfolgreiche Behandlung, so ist nach unserer Erfahrung dieselbe sicher immer noch größer, als wenn wir die Röntgenbehandlung vorzeitig begonnen hätten, und wir vermeiden dadurch außerdem sicher die in solchen Fällen besonders unangenehme Gefahr einer Kumulationswirkung.

Fassen wir somit aus den obigen Ausführungen die Richtlinien für die zeitliche Verteilung einer Röntgendosis kurz zusammen, so ergibt sich für die Verwendung von weichen ungefilterten Strahlen etwa folgende Verteilung: Verabfolgung der verordneten Dosis an einem Tage oder an zwei aufeinanderfolgenden Tagen. Danach Erholungspause von 4–5 Wochen. Dann Wiederholung dieser Dosis. Aus besonderen Indikationen speziell in der Hauttherapie kann man bei weichen ungefilterten Röntgenstrahlen jedoch auch eine andere zeitliche Verteilung wählen. Z. B. Verabfolgung der verordneten Dosis in einem Zeitraume von 3 Wochen an drei gleichen Wochentagen, dann eine Pause von 4–5 Wochen (Holzknecht⁴⁶, Freund⁴⁷, Lenk⁴⁸ u. a.). Dieser Verteilungsmodus nähert sich schon erheblich dem Prinzip der verzeittelten Dosen. Er vermeidet aber vor allen Dingen die große Gefahr der verzeittelten Dosen, die auch bei der Verwendung weicher Strahlen entsteht, wenn man die Bestrahlung mit solchen Dosen in wöchentlichen Abständen in größerer Zahl über einen längeren Zeitraum hinaus fortsetzen würde, weil es dabei schließlich einmal zu einer kumulativen Wirkung kommen müßte. Die Kumulation der Dosis führt in unglücklich verlaufenden Fällen zu schweren Hautverbrennungen und Geschwürsbildungen, welche oft erst Monate und sogar erst Jahre nach Abschluß der Röntgenbehandlung beobachtet worden sind und dann als sog. „Spätschädigungen“ bezeichnet werden. Die Ursache der Röntgenspätschädigungen liegt ausschließlich in einer Kumulationswirkung der Dosis und ist nicht, wie vielfach irrtümlich angenommen, eine besondere Folge der ultraharten Röntgenstrahlen. Röntgenspätschädigungen sind in der Literatur sowohl als Folge von Bestrahlungen mit weichen ungefilterten Strahlen als auch als Folge von Bestrahlungen mit leicht- und mit schwergefilterten Strahlen beobachtet. Immer aber geschah die Dosierung in Form der verzeittelten Dosen. Zwei besonders typische Fälle solcher Spätschädigungen sind bereits 1904 von Skinner⁴⁹ mitgeteilt, Spätnekrosen der Haut, aufgetreten 5 bzw. 6 Monate nach Abschluß der Behandlung, welche in einem Falle in 75 Sitzungen! während 9 Monaten und im anderen Falle in 115 Sitzungen! während

14 Monaten bestanden hatte. Weitere Mitteilungen stammen von Iselin⁵⁰, Ronniger⁵¹, Schmidt⁵², Dietrich⁵³, Petersen und Hellmann⁵⁴, Martenstein⁵⁵, Nogier⁵⁶, Schmiegelow⁵⁷, Neu⁵⁸, Pranter⁵⁹, v. Franqué⁶⁰ und Schreuß⁶¹, ohne daß die obige Aufzählung einen Anspruch auf Vollzähligkeit machen kann.

Eine besondere Form der Spätschädigung ist das von Jüngling beschriebene chronisch indurierte Hautödem (s. unten). Wir heben hervor, daß selbst in den Fällen, wo man die Dosen in wöchentlichen Pausen sozusagen „verzettelt“, verabfolgt, spätestens nach drei Bestrahlungen wieder ein längerer Zeitraum zur Erholung des Gewebes zwischengeschaltet werden muß.

Verwenden wir harte, schwergefilterte Strahlen, so ist ein derartiges Vorgehen äußerst unzumutbar. Hier gibt es nur eine Möglichkeit der zeitlichen Verteilung, nämlich: Verabfolgung der verordneten Dosis auf einmal, d. h. entweder in einer Sitzung oder innerhalb von zwei bis allerhöchstens sechs unmittelbar aufeinanderfolgenden Tagen, danach eine Erholungspause von mindestens 3–4 Monaten, dann Wiederholung der Bestrahlung in der gleichen Form, danach eine Erholungspause von mindestens 4–6 Monaten, dann Wiederholung der Bestrahlung in der gleichen Form. Diese dritte Bestrahlung ist in der Regel als letzte Strahlenbehandlung anzusehen; sollte im Einzelfalle doch noch eine vierte Bestrahlung notwendig werden, so ist vor dieser mindestens eine Erholungszeit von 6–9 Monaten einzuschalten.

Das Befolgen dieser Richtlinien über die zeitliche Verteilung der Röntgendosis schützt uns vor verhängnisvollen Irrtümern auch bei der Beurteilung der Strahlenempfindlichkeit der zu bestrahlenden Gewebe. Wenn wir die zeitliche Verteilung nach den angegebenen Richtlinien durchführen, so können wir jede einzelne Röntgenbehandlung so vornehmen, als ob wir völlig unvorbestrahlte Gewebe vor uns hätten. Dadurch wird die Bestimmung der nötigen Röntgendosis ganz wesentlich erleichtert und sicherer gestaltet.

Die Wirkungs-dosis in der Röntgentherapie. Die Nachteile der Unterdosierung und die Gefahren der Überdosierung.

Aber selbst wenn wir durch eine zweckmäßige zeitliche Verteilung der Röntgendosis die Gefahren und Irrtümer vermeiden, welche durch die Kumulation einerseits und die Gewöhnung andererseits bedingt sind, so erscheint die zielbewußte Verabfolgung der erforderlichen Dosis doch noch äußerst schwer. Hier sind noch eine solche Menge von Fehlerquellen möglich, daß es einer ganz außerordentlichen Sorgfalt und Erfahrung bedarf, um dieselben sicher zu vermeiden. Bei jedem anderen Arzneimittel ist die Dosierung tausendmal einfacher als bei der Verabfolgung einer Röntgenstrahlenenergie. Wenn wir irgendein Arzneimittel dem kranken Körper einverleiben, so übernimmt der Körperstoffwechsel mit Hilfe des Lymph- und Blutgefäßsystems sofort eine mehr oder weniger gleichmäßige Verteilung desselben. Diese Verteilung

wirkt immer ausgleichend, sogar bei den parenteral eingespritzten Medikamenten, solange die Blutzirkulation arbeitet. Schalten wir aber die Blutzirkulation aus, etwa durch Esmarchsche Blutleere, so ist auch die automatische Verteilungsarbeit des Körpers ausgeschaltet. Injizieren wir ein differentes Medikament mit örtlicher Wirkung in ein vorher blutleer gemachtes Glied, so ist die Gefahr einer toxischen Gewebsnekrose bekanntermaßen sehr viel größer als ohne Ausschaltung der Blutzirkulation. Ein Arzneimittel, das normalerweise vom Körpergewebe gut vertragen wird, kann bei Verabfolgung in Blutleere schon in wesentlich geringerer Konzentration lokal toxisch wirken, eben weil der verteilende Ausgleich des Körperstoffwechsels ausgeschaltet ist.

Der Körperstoffwechsel hat nun auf eine verabfolgte Röntgenenergie überhaupt keinen ausgleichenden Einfluß. Der Körper verhält sich einer verabfolgten Röntgenenergie gegenüber genau so wie in dem oben angeführten Beispiel gegenüber einem in Blutleere injizierten Medikament. Die Röntgenstrahlen folgen allein physikalisch-optischen Gesetzen und kommen überall da zur Wirkung, wo sie im Gewebe absorbiert werden. Da der Körper selbst keinen Einfluß auf die Verteilung einer absorbierten Röntgenenergie hat, müssen wir mit derjenigen Röntgenenergie rechnen, welche an jeder einzelnen Stelle des Körpergewebes zur Absorption kommt. Dadurch unterscheidet sich der Begriff einer Röntgendosis schon sehr wesentlich von dem sonst üblichen Dosisbegriff in der Pharmakologie. Wir sind es von der Pharmakologie her gewohnt, immer nur die Gesamtdosis in ihrer Höhe und Konzentration anzugeben, welche wir dem Körper einverleiben, uns aber fast niemals um diejenige Dosis zu bekümmern, welche nach der ausgleichenden Verteilung des Körperstoffwechsels an dem Angriffsorgan selbst zur Wirkung kommt. Ganz anders in der Röntgentherapie: Hier interessiert uns im allgemeinen die Gesamtmenge der verabfolgten Röntgenenergie sehr viel weniger als diejenige Strahlenenergiemenge, welche am Angriffsherd selbst in jedem einzelnen Kubikzentimeter Körpergewebe zur Wirkung kommt. Diese pro Kubikzentimeter Körpergewebe im Angriffsherd selbst absorbierte Röntgenstrahlenenergie ist die eigentliche **Röntgendosis**, die „Wirkungsdosis“, welche wir unserem ganzen röntgentherapeutischen Behandlungsplan zugrunde legen.

Die „Wirkungsdosis“ ist der Ausgangspunkt unseres therapeutischen Handelns. Schon bei der Bestimmung, d. i. der Verordnung der erforderlichen Wirkungsdosis, können schwerwiegende Irrtümer unterlaufen. Die Wirkungsdosis kann zu klein sein und ganz unter dem Schwellenwert der beabsichtigten Wirkung bleiben. Dies kann zur Folge haben, daß die Röntgenbestrahlung entweder ganz ohne Wirkung bleibt oder aber daß ein Funktions- bzw. Wachstumsreiz ausgelöst wird, welcher die an sich schon krankhaft veränderten Zellen in der gleichen Richtung, d. h. im Sinne der Verschlimmerung der Krankheit beeinflusst. Die Frage der Möglichkeit eines derartig schädlichen Reizes infolge Unterdosierung gerade bei malignen Tumoren ist in letzter Zeit besonders heftig umstritten worden. Besonders Holzknecht⁶², Haudeck⁶³, Schwarz⁶⁴, Pordes⁶⁵, Nather und Schinz⁶⁶ lehnen diese Möglichkeit ganz ab, während Wintz⁶⁷, Mühlmann⁶⁸, Kehrner⁶⁹, Ritter und Lewandowski⁷⁰ und Holfelder⁷¹ von sicher beobachteten Reizwirkungen bei malignen Tumoren nach Unterdosierung berichtet haben.

Es muß betont werden, daß der Begriff der Reizdosis im Sinne von Manfred Fraenkel⁷², d. i. „wachstumsfördernd“, oder im Sinne von Stephan⁷³, d. i. „funktionssteigernd“, oder im beides umfassenden Sinne Catanis⁷⁴ als „biopositive Dosis“ keineswegs sich mit dem Begriffe der „kleinen Dosis“ deckt. Das umfangreiche Gebiet der Röntgenbestrahlung ist heute noch zu sehr umstritten, als daß wir hier eine abgeschlossene Stellungnahme darlegen könnten. Trotzdem hier noch manche Unklarheiten beseitigt werden müssen, kommen wir aber schon jetzt für die praktische Röntgentherapie ohne eine gewisse Arbeitshypothese nicht aus. Wir müssen uns in jedem einzelnen Falle darüber entscheiden, ob wir einen biopositiven Reiz auf das mit Röntgenstrahlen anzugreifende Zellsystem ausüben wollen oder ob wir eine Zelllähmung bzw. Zellabtötung erzielen wollen. Die biopositive Dosis ist natürlich immer sehr viel kleiner zu wählen als die entsprechende bionegative Dosis. Trotzdem kann bei strahlenunempfindlichen Zellkomplexen die biopositive Dosis größer sein als der Durchschnitt der für strahlenempfindliche Zellkomplexe üblichen bionegativen Dosen! Es ist wohl sicher, daß die Gefahr der Reizwirkung nach Unterdosierung, besonders bei malignen Tumoren, stark überschätzt worden ist. Noch übertriebener erscheint die von Glaesmer⁷⁵ aufgestellte Hypothese, welche von der Lazarus-Barlowschen bekannten Theorie über die Karzinom erzeugende Wirkung von kleinsten Radiummengen ausgeht, und befürchtet, daß kleine Röntgendosen krebserzeugend auf völlig latente Zellen einwirken könnten. Die nur gelegentliche Beobachtung derartiger Reizwirkungen läßt die Gefahr der Unterdosierung als nicht besonders schwerwiegend erscheinen. Dagegen hat die Unterdosierung gerade bei malignen Tumoren einen anderen, unserer Auffassung nach sehr viel schwerwiegenderen Nachteil, nämlich den der Zellgewöhnung an Röntgenstrahlen. Es wurde oben schon hinreichend ausgeführt, daß ungenügend vorbestrahlte maligne Tumoren fast regelmäßig schlechter auf eine nachfolgende Röntgenbestrahlung mit hohen Dosen ansprechen als gar nicht bestrahlte Tumoren, so daß die Prognose eines malignen Tumors durch eine Unterdosierung nicht gebessert, sondern stets verschlechtert wird. Wir glauben auch, daß bei Krankheiten mit schweren akut bedrohlichen Symptomen ein wesentlicher Teil jener Fälle, bei denen man im Anschluß an die Röntgentherapie eine deutliche Verschlimmerung des Leidens beobachtet, auf eine Unterdosierung, also auf eine biopositive Dosis zurückgeführt werden muß²³. Pordes⁴², Schwarz und Czepa⁴³ bestreiten dies und erklären die in diesen Fällen beobachtete akute Verschlimmerung als den Ausdruck der Frühreaktion. Es wurde oben bereits darauf hingewiesen, daß man eine zu starke Frühreaktion leicht vermeiden kann, wenn man die erforderliche Dosis auf 4—6 unmittelbar aufeinanderfolgende Tage verteilt. Durch ein solches Vorgehen kann man die Gefahren der Frühreaktion sicher umgehen und trotzdem eine Unterdosierung ebenso sicher vermeiden. Wir halten ein derartiges Vorgehen ganz besonders dann angebracht, wenn wir bei akut bedrohlichen Leiden, z. B. Thymushyperplasie, **Basedowsche** Krankheit, Hirntumoren u. a. einen sicheren und raschen Erfolg herbeiführen wollen, der frei von dramatischen Zufällen sein soll.

Viel verhängnisvoller als die Unterdosierung ist jedoch die Überdosierung. Eine Überdosierung kann dadurch zustande kommen, daß

man die Strahlenempfindlichkeit des zu beeinflussenden Gewebes unterschätzt und die Wirkungs-dosis, relativ zur Strahlenempfindlichkeit des Gewebes, zu groß wählt.

Die Gefahren der Überdosierung sind je nach dem Grade derselben außerordentlich mannigfach. Auch sind sie verschieden je nachdem, ob die Überdosierung ein normales oder ein krankes Körpergewebe trifft. Wenden wir uns zunächst den Gefahren zu, welche eine zu große Dosis dem normalen Körpergewebe bringt. Die schwersten Grade der Schädigung, die Röntgenverbrennung mit Geschwürsbildung und ihren verhängnisvollen Folgeerscheinungen, wurden eingangs schon ausführlich besprochen. Aber auch Schädigungen geringeren Grades können bisweilen äußerst unangenehm wirken. Das gesunde Gewebe braucht gar nicht so weit durch die Röntgenstrahlen geschädigt zu sein, daß es direkt infolge der Strahlenwirkung nekrotisch wird. Es ist im Erfolg das gleiche und genügt vollständig, wenn die Schädigung des gesunden Gewebes gerade ebensoweit reicht, daß die Widerstandsfähigkeit gegen andere Reize herabgesetzt bzw. aufgehoben wird. So kann z. B. ein bis zu diesem Grade geschädigtes Gewebe, in dem aus irgendeinem Grunde späterhin eine Operation notwendig wird, nach der Operation nicht mehr die physiologischen Heilungskräfte aufbringen und es kommt so in der Operationswunde zu einem sekundär bedingten Röntgengeschwür (König⁷⁶). Dies tritt jedoch unserer Erfahrung nach nur ein, wenn die Schädigung schon recht erheblich ist, d. h. wenn die Dosis die Grenze des Erlaubten bereits um mindestens 20% überschritten hat.

Auch geringere Grade von Überdosierung bringen die Gefahr leichter Schädigungen mit sich. Besonders unangenehm sind auch Schädigungen kosmetischer Art im Gebiete des Gesichtes und des Halses. Eine starke scharf begrenzte Pigmentbildung im Gesicht, durch welche die bestrahlte Hautstelle dauernd gekennzeichnet bleibt, wird vom Patienten meist sehr nachteilig empfunden. Noch unangenehmer sind Teleangiektasien, welche als Folge von Überdosierung im bestrahlten Gebiete bisweilen zurückbleiben. Verhängnisvoll für den Röntgenarzt werden fast immer jene Fälle, bei denen die Röntgenbestrahlung zur Beseitigung irgendeines harmlosen, kosmetisch störenden Leidens vorgenommen wurde und welche ihre geringe kosmetische Störung gegen eine auffallende Pigmentation oder gar gegen noch auffallendere Teleangiektasien eintauschen mußten. In solchen Fällen muß man ganz besonders vorsichtig sein, die Dosis ja nicht zu groß zu wählen! Neben den Teleangiektasien verdient das chronisch indurierte Hautödem, Jüngling⁷⁷, eine ödematöse Erkrankung des Unterhautzellgewebes, welche vorzugsweise bei der Verwendung harter, schwergelilterter Strahlen entstehen kann, besondere Beachtung. Diese beiden Schädigungen mehr kosmetischer Art sind ebenso wie die schweren sog. Spätschädigungen der Haut fast immer auf eine Kumulationswirkung mehrerer zeitlich zu dicht aufeinanderfolgender Röntgendosen zurückzuführen. Es wurde oben ausführlich dargelegt, daß man diese Schädigungen mit ziemlicher Sicherheit vermeiden kann, wenn man grundsätzlich zwischen den einzelnen Bestrahlungsdosen dem Gewebe die erforderliche Erholungszeit läßt.

Die Empfindlichkeitsgrade der gesunden Körpergewebe sind annähernd hinreichend bekannt, so daß sich unter der Voraussetzung der Ausnutzung

aller modernen technischen Sicherheitsmaßnahmen eine Schädigung der gesunden Gewebe heute mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit vermeiden läßt. Muß man einmal in einem besonders verzweifelte Falle die Dosis bewußt so groß wählen, daß man mit der Möglichkeit einer Schädigung der darüberliegenden Haut rechnen muß, so tut man gut, in diesen Fällen nach dem Vorschlage von Alban Köhler⁷⁸ auf das zu bestrahlende Hautfeld direkt ein weitmaschiges Metallnetz aufzulegen. Tritt bei solcher Bestrahlung dann eine Schädigung ein, so hat man kein großes zusammenhängendes Geschwür verursacht, sondern lauter einzelne Geschwürsfelder, welche durch ein Gittersystem von gesunder bzw. weniger stark geschädigter Haut voneinander getrennt sind. Das inmitten des Röntgengeschwürs erhaltene Gitterwerk gesunden Epithels ermöglicht in ganz anderer Weise die Heilung des Geschwürs, so daß die Prognose eines Röntgengeschwürs, welches durch ein Alban Köhlersches Metallnetz gesetzt ist, sehr viel besser ist als die Prognose eines großen zusammenhängenden Röntgengeschwürs. Der Vorteil dieses Metallnetzes ist in der Tat so beachtenswert, daß sich die Verwendung desselben überall da empfehlen wird, wo man die mittlere Toleranzdosis der Haut aus spezieller Indikation bewußt überschreitet oder wo man die Röntgenstrahlenenergie nicht sicher genug in der Hand hat und trotzdem mit der Wirkungsdosis bis an die Toleranzgrenze der Haut herangehen will. In einem gut geleiteten modernen Röntgenlaboratorium sind die Gefahren einer Röntgenverbrennung jedoch so weit eingeeengt, daß die Verwendung des Alban Köhlerschen Metallnetzschutzes nur in den seltensten Fällen notwendig erscheint. Hat man im speziellen Falle, z. B. bei der Behandlung eines malignen Tumors, die Überzeugung gewonnen, daß die Verabfolgung einer Dosis wünschenswert erscheint, welche an die Toleranzgrenze des umgebenden gesunden Gewebes heranreicht, so soll man die Bestrahlung nur durchführen, wenn man über die nötige Exaktheit und Sicherheit in der Dosierung verfügt. Holzknecht⁷⁹ hat vorgeschlagen, auch in diesen Fällen lediglich aus Gründen der Sicherheit auf mittlere, sicher unschädliche Dosenwerte herunterzugehen. Wir können diesen Vorschlag nicht gutheißen, weil er zu einer bewußten Unterdosierung und somit zu einer starken Einengung der therapeutischen Erfolge führen muß. Wer besonders sicher gehen will, möge sich lieber zu dem Metallnetzschutz von Alban Köhler halten!

Viel schwieriger ist es, die Irrtümer in der Bemessung derjenigen Wirkungsdosis zu vermeiden, welche man dem Krankheitsherd selbst mit dem Ziel einer ganz bestimmten Reaktion verabfolgen will. Die Strahlenempfindlichkeit des pathologisch veränderten Gewebes ist uns noch nicht mit der Sicherheit bekannt wie diejenige des normalen Gewebes und ist vor allen Dingen sehr viel stärkeren Schwankungen unterworfen, so daß man sich im speziellen Falle in der Beurteilung der Strahlenempfindlichkeit recht unangenehm irren kann. Eine zu große Wirkungsdosis kann hier unter Umständen schweren Schaden stiften, sie kann aber in vielen Fällen auch ohne einen Schaden den gewünschten Erfolg genau so herbeiführen, als ob man die optimale Wirkungsdosis verabfolgt hätte. Es bedarf nur eines Hinweises darauf, daß die Maximaldosis, welche das Gewebe eben vertragen kann, keineswegs die Optimaldosis darstellt, welche im speziellen Falle zur Ausheilung gewünscht wird, um zu verstehen, daß es unser Ziel sein muß, für den einzelnen Fall die „Optimale

Wirkungsdosis“ und nicht die „maximale Toleranzdosis“ herauszufinden. Nach unseren heutigen Kenntnissen liegt allerdings gerade bei den Karzinomen die optimale Wirkungsdosis ganz dicht unter der maximalen Toleranzdosis des normalen Gewebes der Umgebung (Jüngling⁸⁰, Verfasser⁸¹). Die Gefahren, die bei Überschreitung der optimalen Wirkungsdosis entstehen können, sind sehr mannigfacher Natur. Die speziellen Kapitel dieses Buches werden darüber ausführlich zu berichten haben. Hier sollen nur einige Beispiele angeführt werden, um anzudeuten, in welcher Richtung diese Gefahren zu suchen sind: Ein mit einer zu starken Dosis bestrahltes großes Lymphosarkom kann in wenigen Stunden wegschmelzen und durch die Überschwemmung des Körpers mit seinen Abbaotoxinen eine tödlich verlaufende Leukämie auslösen; oder: Ein paraartikulärer tuberkulöser Herd wird mit einer zu großen Röntgendosis bestrahlt, der die Tuberkelbazillen umgebende Wall des Granulationsgewebes bricht plötzlich zusammen, statt langsam narbig zu schrumpfen. Dadurch wird der Weg für die Infektion des Gelenkes frei und das Leiden nimmt akut im Anschluß an die Bestrahlung einen ungünstigen Verlauf. So ist im speziellen Falle die Gefahr gar nicht so selten, daß durch eine zu groß gewählte Dosis eine Verschlimmerung anstatt der Besserung des Leidens erreicht wird, und es muß als die höchste Kunst des Röntgentherapeuten die Aufgabe bezeichnet werden, für jeden Fall die „optimale Wirkungsdosis“ am Krankheitsherd im voraus richtig einzuschätzen. Während es auf der einen Seite notwendig ist, die untere Schwelle des beabsichtigten Reizes sicher zu überschreiten, so ist es auf der anderen Seite ebenso notwendig, sich vor zu hohen Dosen zu hüten. Die moderne Röntgentherapie hat eben erst damit begonnen, für einzelne besonders häufige Leiden den Empfindlichkeitsgrad richtig einschätzen zu lernen. Sehr viel muß hier noch geleistet werden, um auch in dieser Beziehung Irrtümer in der Dosierung mit derselben Sicherheit zu vermeiden, wie wir das heute beim normalen Gewebe tun können. Die speziellen Kapitel werden hierüber ganz besonders ausführlich berichten. Im folgenden soll im wesentlichen nur von der ersteren Aufgabe die Rede sein, nämlich von der Aufgabe, die Hauptgruppen der normalen Gewebe auf ihre Strahlenempfindlichkeit sicher zu beurteilen.

Die spezifischen Gewebsdosen, ihre willkürlichen und unwillkürlichen Veränderungen.

Die verschiedenen menschlichen Gewebe haben physiologisch eine ganz bestimmte relativ konstante Strahlenempfindlichkeit. Die individuellen Schwankungen betragen unter Zugrundelegung der gesamten Literatur bei normalen Geweben etwa 10—20% nach oben und unten, bei pathologischen Geweben etwa 30—40% nach oben und unten. Die Angaben über die Strahlentoleranz der Gewebe sind in der Literatur auf verschiedene Arten niedergelegt. Früher wählte man nach dem Vorschlage Christens⁸² für die Bezeichnung der Strahlenempfindlichkeit eines Gewebes den Sensibilitätskoeffizienten, heute gibt man unter dem Einfluß von Kroenig und Friedrich⁸³, von Seitz und Wintz⁸⁴ die Strahlenempfindlichkeit der Gewebe in Form von spezifischen Gewebsdosen an. Diese Form der Bezeichnung liegt dem Mediziner näher

und hat sich deshalb leichter und allgemeiner eingebürgert. Es bestehen aber bisweilen Verschiedenheiten in der Auffassung über den Grad der Gewebsreaktion, die auf eine bestimmte spezifische Dosis erfolgt. Es ist klar, daß die spezifische Dosis eine geringe ist, wenn das Gewebe mit einem Reiz reagiert. Höher liegt die Grenze der Toleranzdosis des Gewebes, d. h. jener Dosis, welche das Gewebe gerade eben noch verträgt, ohne Schaden zu leiden. Noch höher liegt die Nekrosedosis, bei welcher das Gewebe abstirbt. Meinungsverschiedenheiten und Irrtümer sind in dieser Beziehung tatsächlich vorgekommen; so beschreibt Fried⁸⁵ einen Fall von einer tödlich verlaufenen Darmschädigung, die dadurch entstanden war, daß er die von Seitz und Wintz¹⁰⁸ als „Darmdosis“ angegebene Dosis als Darmtoleranzdosis aufgefaßt hat, während sie von den genannten Autoren als Darmnekrosedosis gemeint war. Um derartige Irrtümer zu vermeiden, erscheint es zweckmäßig, dem Vorschlage von Opitz⁸⁶ zu folgen und den spezifischen Dosenangaben noch den Grad der Reaktion dadurch hinzuzusetzen, daß man die drei Dosierungsgrade Reizdosis (R.-D.), Entzündungsdosis (E.-D.) und Tötungsdosis (T.-D.) beifügt. Man würde also in diesem Falle die von Seitz und Wintz angegebene Darmdosis als Darm-T. D. bezeichnen. Eine zuverlässige Übersicht über die spezifischen Entzündungsdosen bzw. Toleranzdosen (E.-D.) der einzelnen normalen Körpergewebe läßt sich heute noch nicht geben. Der Grund hierfür liegt darin, daß bei den bisher beobachteten Reaktionen entweder die Wirkungs-dosis nicht zuverlässig genug gemessen wurde oder aber der zeitliche Ablauf der Röntgenreaktion keine genügende Beachtung fand und die beobachtete Reaktion daher unter Umständen durch eine Kumulation mehrerer Dosen bedingt sein könnte. Nur ganz rohe Anhaltspunkte mögen im folgenden gegeben sein. Setzen wir die spezifische Entzündungsdosis der Haut gleich 100%, so kann man die spezifische Entzündungsdosis der Darmschleimhaut mit 110—120% annehmen. Diejenige der quergestreiften Muskelzelle dürfte dann etwa 130—140% betragen, die des Bindegewebes dürfte bei 150% und die des Knochens im Ruhezustand bei 200% zu suchen sein. Das Parenchym der Leber und der Nieren dürfte eine spezifische Entzündungsdosis von mehr als 120% aufweisen. Der Gelenkknorpel ist nur sehr wenig strahlenempfindlicher als der Knochen im Ruhezustand. Alle diese Gewebe kann man mit einer Dosis von 100% der H.-E.-D., ja bisweilen sogar mit stärkeren Dosen durchdringen, ohne an die E.-D. derselben heranzureichen, also auch ohne Schaden davon befürchten zu müssen. Im Gegensatz hierzu stehen eine ganze Reihe anderer Gewebe, welche eine höhere Strahlenempfindlichkeit aufweisen. Die spezifische Entzündungsdosis der Lymphozyten und Leukozyten kann mit 20—25% der H.-E.-D., bisweilen ja sogar mit weniger angenommen werden, diejenige des Thymus ist von der gleichen Größenordnung. Hervorzuheben verdient die im Gegensatz zum übrigen Knorpel auffallend niedrig liegende Entzündungsdosis des Kehlkopfknorpels (Jüngling⁶⁸), die man nach roher Schätzung etwa zwischen 80 und 90% der H. E. D. annehmen dürfte. Ferner sind in dieser Hinsicht die Endothelzellen der Gefäße zu erwähnen, die bei Dosen von 90—100% bereits deutliche Erscheinungen der Entzündung aufzuweisen pflegen.

Die Gewebe mit niedrigen spezifischen Entzündungsdosen müssen natürlich ganz besonders sorgfältig vor Überdosierung geschützt werden. Denn ein versehentliches Außerachtlassen dieser spezifischen stärkeren Empfindlichkeit

kann die verhängnisvollsten Folgen haben. Selbstverständlich kann es sich bei den obigen Angaben nur um ganz ungefähre Mittelwerte handeln. Abweichungen von 10—15% nach oben und unten liegen im Rahmen der individuellen Variation.

Wir haben oben schon betont, daß es eine ganz aus dem Rahmen dieser Mittelwerte herausfallende Überempfindlichkeit der Gewebe, eine sog. Idiosynkrasie, nicht gibt. Dagegen führen manche Krankheitszustände der Drüsen mit innerer Sekretion zu einer ausgesprochenen Empfindlichkeitssteigerung. Man kann z. B. damit rechnen, daß ein Patient, der an schwerer Basedow-Krankheit leidet, ganz allgemein eine 20—30% strahlenempfindlichere Haut haben wird als ein Gesunder (Wintz⁸⁸). Auch die Zuckerkrankheit, die Psoriasis und das chronische Ekzem ist häufig durch eine stärkere Röntgenempfindlichkeit der Haut, welche sogar 30—40% betragen kann, ausgezeichnet (Haas⁸⁹, Herxheimer⁸⁹). Um sich vor derart bedingten Dosierungsirrtümern zu schützen, tut man gut, grundsätzlich vor der Übernahme einer Röntgenbehandlung sich davon zu überzeugen, ob ein derartiges Leiden vorliegt.

Auf die Möglichkeit der Empfindlichkeitssteigerung des Gewebes durch mechanische oder toxische Insulte soll weiter unten noch eingegangen werden. Das Lebensalter spielt für die Empfindlichkeit der Gewebe eine sehr große Rolle. Ganz kleine Kinder sind außerordentlich strahlenempfindlich, vor Vollendung des ersten Lebensjahres sollte man aus Gründen der Sicherheit niemals eine Röntgenbehandlung vornehmen, es sei denn, daß es sich um die Röntgenbehandlung einer Thymushyperplasie oder eines sehr rasch wachsenden Tumors handelt. Im zweiten Lebenshalbjahr kann man ungefähr damit rechnen, daß die Strahlenempfindlichkeit des kindlichen Organismus etwa das 3—4fache des Erwachsenen beträgt. Im zweiten Lebensjahre dagegen ist sie schon recht merklich herabgesetzt. Sie beträgt dann im Mittel nur die 2—3fache des Erwachsenen. Von da an bis zum 10. Lebensjahre tut man gut, die Strahlenempfindlichkeit als $1\frac{1}{2}$ —2fach im Vergleich zum Erwachsenen anzunehmen. Nach dem 10. Lebensjahre hat ein großer Teil der Kinder bereits die normale Empfindlichkeit des Erwachsenen erreicht, doch kommen noch vereinzelt Fälle vor, wo die Empfindlichkeit bis zur Pubertätszeit immer noch das $1\frac{1}{2}$ fache der normalen Empfindlichkeit beträgt. Es muß deshalb als ein gefährlicher Fehler gelten, wenn man einem Jugendlichen vor der Pubertätszeit oder gar einem Kinde vor Beendigung des 10. Lebensjahres bei Beginn einer Strahlenbehandlung eine Wirkungs-dosis verabfolgt, die ganz dicht an die beim Erwachsenen als mittlere Toleranzdosen (E.-D.) der bestrahlten Gewebe geltenden Werte heranreicht. Erst wenn man sich durch einen Versuch davon überzeugt hat, daß bereits in dem vorliegenden Falle eine normale Strahlenempfindlichkeit eingetreten ist, darf man, falls der Krankheitszustand dies sehr wünschenswert erscheinen läßt, auch zu den Dosenwerten übergehen, wie sie als mittlere Richtlinien für die Behandlung erwachsener Individuen angegeben sind. Nach der Pubertätszeit bleibt die Strahlenempfindlichkeit bis zum 50. Lebensjahre ziemlich konstant. Dann erst nimmt sie sehr langsam, aber doch nachweisbar ab, um mit 60 Jahren ganz ungefähr um 10%, mit 70 und 80 Jahren um ungefähr 20% niedriger zu sein als in den mittleren Lebensjahren. Setzen wir z. B. die spezifische Entzündungsdosis auf der Haut für den Erwachsenen

in mittleren Lebensjahren gleich 100%, so finden wir die entsprechenden mittleren Hautentzündungsdosen für die verschiedenen Lebensalter in der untenstehenden Tabelle. Für die übrigen Körpergewebe besteht naturgemäß, wenigstens soweit wir das heute wissen, ungefähr das gleiche Dosenverhältnis

Tabelle der spezifischen Hautentzündungsdosen bei verschiedenen Lebensaltern und Krankheitszuständen.

Säugling vom 2.—3. Monat	20— 25 %
„ „ vom 4.—6. Monat	25— 30 %
„ „ vom 7.—12. Monat	30— 35 %
Kind im 2. Lebensjahr	35— 45 %
„ „ im 3. Lebensjahr	50— 60 %
„ „ vom 4.—7. Lebensjahr	60— 70 %
„ „ vom 7.—10. Lebensjahr	70— 80 %
„ „ vom 10.—16. Lebensjahr	80—100 %
Erwachsener vom 17.—60. Lebensjahr	100 %
„ „ vom 60.—70. Lebensjahr	110 %
„ „ vom 70.—80. Lebensjahr	120 %
„ „ über 80 Lebensjahre	130 %
Basedowiker	70— 80 %
Psoriasiskranker	60—80 %
Ekzemkrankter	60— 90 %
Hypertoniker	80— 90 %
Diabetiker	60— 90 %

Eine sehr bemerkenswerte Steigerung der Strahlenwirkung läßt sich durch chemische Beeinflussung der zu bestrahlenden Gewebe erzielen. Die klassischen Versuche Werners über die chemische Imitation der Strahlenwirkung durch das Spaltprodukt des Lezithins, das Cholin bzw. Borcholin, von Werner⁹¹ auch Enzytol genannt, sind ja allgemein bekannt. Werner hat nachgewiesen, daß durch eine zweckentsprechende Dosierung des Enzytols die Strahlenempfindlichkeit der Gewebe auf das Doppelte gesteigert werden kann, so daß man die spezifischen Entzündungsdosen um die Hälfte kleiner annehmen muß, wenn man Patienten bestrahlt, welche gleichzeitig mit Enzytoleinspritzungen behandelt werden.

Ähnliche Wirkungen wurden von Morton und Severanu⁹² durch fluoreszierende Salze beobachtet, die besonders wirkungsvoll bei Verwendung des Chinins in Erscheinung traten. Diese von Morton als Hystofluoreszenz bezeichnete Methode der Chininisierung der zu bestrahlenden Kranken führt im Vergleich zu der Wirkung des Borcholins zwar zu wesentlich geringerer Empfindlichkeitssteigerung der Gewebe, so daß ihr heute kaum mehr eine praktische therapeutische Bedeutung zukommt, immerhin aber erscheint es wichtig, an die Möglichkeit einer Empfindlichkeitssteigerung durch Chininisierung zu denken, besonders in Gegenden, wo wegen Malaria oder anderen Erkrankungen der Chiningebrauch häufig ist. Hat man festgestellt, daß ein zu behandelnder Patient unter Chininwirkung steht, so tut man gut, die Strahlenempfindlichkeit etwas höher einzuschätzen, d. h. die Toleranzdosen etwa um 80% im Vergleich zur normalen Toleranz anzunehmen.

Im Gegensatz zu der Steigerung der Strahlenempfindlichkeit durch chemische Reize stehen alle jene Methoden, welche die Wirkung einer verabfolgten Röntgendosis dadurch erhöhen, daß durch bestimmte Stoffe eine stärkere Ausnutzung der dem Gewebe angebotenen Strahlenenergie herbeigeführt wird.

Die Möglichkeiten hierzu sind äußerst mannigfaltig. Eine überragende praktische therapeutische Bedeutung hat wohl heute keines der vielen vorgeschlagenen Verfahren erlangt. Der Grund hierfür liegt im wesentlichen darin, daß die moderne Tiefentherapie durch andere Mittel gelernt hat, eine genügend starke Röntgendosis in die Körpertiefe zu bringen, und daß diese Mittel zuverlässiger sind und weniger Veranlassung zu Irrtümern in der Berechnung der voraussichtlichen Wirkung geben, als die künstliche Steigerung in der Ausnutzung der angebotenen Strahlenenergie im Gewebe selbst. Wir halten heute die Anwendung irgendeines dieser Verfahren zur stärkeren Ausnutzung der Strahlenenergie im Gewebe fast für nachteilig, weil dadurch dem an sich schon schwierigen Rechenexempel der Röntgendosierung noch ein weiterer schwer zu beurteilender Faktor hinzugefügt wird. Aus diesem Grunde soll auf die verschiedenen derartigen Verfahren näher eingegangen werden unter Berücksichtigung der Art und Größe der Fehlerquellen, welche dadurch entstehen können. Eines der zuerst gefundenen und wirksamsten Verfahren besteht in der Ausnutzung der photochemischen Verstärkungswirkung des kristallinen wolframsauren Kalziums. Diese Substanz wird ja bekanntlich in der Röntgendiagnostik in Form der sog. Verstärkungsschirme ausgiebig zur Verstärkung der photochemischen Röntgenwirkung ausgenutzt. Der verstärkende Effekt beruht im wesentlichen darauf, daß in dem schweratomigen wolframsauren Kalziumkristall eine verhältnismäßig große Röntgenstrahlenenergie absorbiert und in photochemisch wirksamere, dem Spektralgebiet des sichtbaren Lichts und des Ultravioletts angehörende Strahlen transformiert wird. Hierzu kommt noch die charakteristische Fluoreszenzstrahlung der L-Serie des Wolframs. Dadurch kommt es zu einer scharf örtlich begrenzten Vervielfachung der Strahlenwirkung. Krukenberg⁹³ hat es unternommen, diese in der Röntgendiagnostik längst ausgenutzte Tatsache auch der Therapie nutzbar zu machen. Verfasser konnte nachweisen, daß in der Tat auch eine vielfache örtlich begrenzte Steigerung der biochemischen Strahlenwirkung durch das wolframsaure Kalzium erreicht wird. Die praktische Ausnutzung des Verfahrens scheiterte jedoch an der Schwierigkeit einer gleichmäßigen Verteilung der einzelnen Kristalle im erkrankten Gewebe.

Größere Bedeutung haben deshalb alle die Stoffe erlangt, welche die Röntgenstrahlen nicht in langwellige Lichtstrahlen transformieren, sondern welche lediglich die Eigenschaft einer erhöhten Röntgenstrahlenabsorption und Röntgenstrahlenabgabe haben. Diese Stoffe sind als sog. „Sekundärstrahler“ hinreichend in der Literatur bekannt. Als solche Sekundärstrahler gelten ganz allgemein alle hochatomigen Substanzen. Einer der ersten Vorschläge in dieser Richtung stammt von Holzbach⁹⁴, welcher den sehr bezeichnenden Ausdruck der „Filterung der Röntgenstrahlen im Gewebe selbst“ geprägt hat und zu diesem Zwecke Jod bzw. Jodoform verwandte. Salzmann⁹⁵ bezeichnet die Sekundärstrahler als Resonatoren und fand die beste Wirkung vom Kadmium ausgehend. Stepp und Cermack⁹⁶ benutzten Kollargol, Jodoform oder Jodkali zur Ausnutzung der Sekundärstrahlung. Halberstädter und Simons⁹⁷ konnten experimentell sicher nachweisen, daß bei der Verabfolgung von bestimmten Röntgenstrahlendosen auf der menschlichen Haut die mit Jodpräparaten vorbehandelte Hälfte des Röntgenfeldes stets eine stärkere Reaktion zeigte. Walter Müller⁹⁸ fand experimentell einen stärkeren

Leukozytenabfall nach Röntgenbestrahlung bei vorheriger Verabreichung von kolloidalen Metallösungen als ohne dieselbe. Im Gegensatz hierzu stehen Arbeiten von Friedrich und Bender⁹⁹ und von Grossmann¹⁰⁰, welche zwar eine deutliche Sekundärstrahlung bei im Gewebe fein verteilten Sekundärstrahlern nachweisen konnten, aber den dadurch erreichten Zuschuß zur Primärstrahlung nur mit höchstens 10% beziffern. Ebenso stehen im Widerspruch hierzu Arbeiten von Gudzent¹⁰¹, welcher sogar bei einem schweren Fall von Argyrie keine Steigerung der Röntgenstrahlenwirkung feststellen konnte. Die Erklärung für diese widersprechenden Ergebnisse finden wir in der Arbeit von Grossmann¹⁰², welcher im wesentlichen den Fluoreszenzstrahlen der L-Serie hochatomiger Elemente die Fähigkeit einer Vervielfachung der Röntgenstrahlenwirkung an Ort und Stelle zuspricht. Danach ist es ohne weiteres erklärlich, daß eine deutliche Steigerung der Strahlenwirkung nur dann eintreten kann, wenn zufällig die primäre Röntgenstrahlung einen größeren Anteil derjenigen Wellenlängen enthält, welche die Fluoreszenzstrahlung der L-Serie des betreffenden Sekundärstrahlers besonders anregen. Der dosissteigernde Effekt der Sekundärstrahler ist also immerhin ungewiß und jedenfalls graduell äußerst schwierig zu beurteilen. Nur wenn man keine andere Möglichkeit hat, die als nötig erachtete Wirkungs-dosis in die Tiefe des Körpers gelangen zu lassen, erscheint der Versuch mit Sekundärstrahlern berechtigt. Das trifft heute aber bei der Ausgestaltung der modernen Tiefentherapie nicht mehr zu. Ohne zwingenden Grund soll man aber in das an sich schwierige Gebiet der Röntgendosierung nicht noch andere verwirrende und die Klarheit des Bildes verwischende Faktoren hineinbringen. So wendet sich z. B. Palugyay¹⁰² mit Recht gegen den Vorschlag Rohrsers, in tuberkulös erkrankte Lymphdrüsen im Sinne der Sekundärstrahlentherapie eine Jodkalilösung zu injizieren. Dies Beispiel sei angeführt, weil es besonders kraß erscheint, denn ein Bedürfnis zur Erhöhung der Strahlenempfindlichkeit liegt bei dem an sich schon äußerst strahlenempfindlichen Granulationsgewebe tuberkulöser Drüsen wirklich nicht vor. Es ist aber wichtig, überall da die Möglichkeit einer Steigerung der Strahlenwirkung in Rechnung zu setzen, wo derartige Sekundärstrahler im Gewebe vorhanden sein können, um sich vor irrtümlichen Überdosierungen zu hüten.

Der häufigste Weg, auf dem Sekundärstrahler ins Gewebe gelangen, ist die Einreibung von metallhaltigen Salben (Silber, Jod, Jodoform, Chloroform und andere). Auch die intravenöse Verabfolgung von Metallen (Gold, Silber, Arsen) kann zu einer Speicherung von Sekundärstrahlern im Gewebe führen. Besonders Interesse verdient aber eine Mitteilung von Ghilharducci¹⁰³, der beim mit Wismut gefüllten Kaninchenmagen regelmäßig mit verhältnismäßig kleinen Röntgendosen ein Magenulkus erzeugen konnte. Weitere Beachtung verdienen die Untersuchungen von Lindemann¹⁰⁴ über die Strahlenempfindlichkeit des Darmes durch Selbstsensibilisierung infolge der im Darminhalt und in der Darmwand vorhandenen Metallionen. Viele Metalle (Quecksilber, Eisen, Kalzium und andere) werden im Duodenum resorbiert, gelangen in der Leber, Milz usw. zur Aufspeicherung und werden im Dickdarm wieder ausgeschieden. Deshalb muß es als selbstverständliche Forderung gelten, daß man vor jeder Röntgenbestrahlung des Abdomens eine gründliche Entleerung des Darmes vorausschickt! Hierfür haben sich uns am besten kleine Rizinusgaben in Verbindung mit hohen

Darmeinläufen bewährt, denn die Entleerung des Darmes soll ohne Reizung desselben vor sich gehen. Eine Reizung des Darmes führt zur Hyperämie, und Hyperämie ist ein weiterer Faktor zur Steigerung der Strahlenempfindlichkeit.

Wir wissen bereits durch die klassischen Untersuchungen von Schwarz¹⁰⁵, daß der Grad der Blutfülle des Gewebes einen außerordentlichen Einfluß auf die Strahlenempfindlichkeit hat. Durch Anämisierung (Kompression) kann man die Strahlenempfindlichkeit unter Umständen auf mehr als die Hälfte herabsetzen, durch Hyperämie kann man sie unter Umständen um mehr als das Doppelte steigern. Jeder Röntgentherapeut macht deshalb in ausgiebigem Maße zur Schonung der Haut und der überlagernden Weichteile nach dem Vorschlage von Schwarz¹⁰⁵ von der desensibilisierenden Kompression der zu bestrahlenden Hautfelder Gebrauch. Häufig aber werden auch Versuche unternommen, die erkrankten Gewebe durch Hyperämisierung, besonders durch Diathermie (H. E. Schmidt¹⁰⁶) in ihrer Empfindlichkeit zu steigern, d. h. zu sensibilisieren. Die praktische Auswertung dieser Sensibilisierungsversuche kann nur mit äußerster Vorsicht geschehen, da der Grad der Empfindlichkeitssteigerung nach unseren bisherigen Kenntnissen auch nicht annähernd abgeschätzt werden kann und dadurch die möglichen Dosierungsirrtümer ins Unendliche gesteigert werden. Ganz anders ist es mit der Desensibilisierung der Haut durch Kompression nach Schwarz, da wir die Haut in diesen Fällen möglichst schonen wollen und eine biologische Wirkung auf der Haut überhaupt nicht anstreben, deshalb den Grad der Desensibilisierung auch gar nicht genau zu kennen brauchen.

Oft bringt aber die Krankheit selbst eine entzündliche Hyperämie des zu bestrahlenden Gewebes mit sich, dann muß man immer daran denken, daß die Strahlenempfindlichkeit des hyperämischen Gewebes über das Normale hinaus gesteigert sein kann. Eine erhebliche Herabsetzung der Dosis erscheint als gebotene Vorsichtsmaßregel!

Es können im obigen nur die Richtungen angedeutet werden, in denen Irrtümer bei der Beurteilung der spezifischen Gewebsdosen entstehen können. Hier hat die Forschung der nächsten Jahre noch viel zu leisten, ehe es möglich ist, den Weg so vorzuzeichnen, daß Irrtümer in der Festsetzung der für den speziellen Fall erforderlichen Wirkungs-dosis mit Wahrscheinlichkeit vermieden werden können.

Der Einfluß des Quadratgesetzes vom Divergenzverlust auf die Dosierung.

Es war bisher nur davon die Rede, welche Irrtümer wir vermeiden müssen, um die für eine spezielle Krankheit an dem Krankheitsherd erforderliche Wirkungs-dosis vorauszubestimmen. Eine weitere Aufgabe erwächst dem Röntgentherapeuten in der Lösung des technisch-physikalischen Problems, wie diese Wirkungs-dosis sicher an den Krankheitsherd herangebracht werden kann. Die Lösung dieser Aufgabe ist nur durch eingehende physikalisch-technische Kenntnisse möglich, und es führt über den Rahmen dieses Kapitels hinaus, wollten wir eine detaillierte Anleitung zur Ausführung röntgentherapeutischer Arbeiten geben. Hierzu muß vielmehr das erforderliche Maß physikalischer Kenntnisse vorausgesetzt werden. Nur um auch den weniger Geübten auf die

mannigfachen Irrtümer und Gefahren hinzuweisen, die bei der Durchführung dieser Arbeiten entstehen können, soll das Wesen der Röntgendosierung in ganz groben Richtlinien auch hier kurz geschildert werden. Eine gute Übersicht über die Elemente der Röntgendosierung findet man in den Arbeiten von Christen¹⁰⁷, Seitz und Wintz¹⁰⁸, Friedrich und Körner¹⁰⁹ u. a.

Wenn wir einen Röntgenstrahlenkegel gegen einen Körperabschnitt des Patienten richten, so erhält bekanntlich der von den Röntgenstrahlen durchstrahlte Körperraum keineswegs eine gleichmäßige Wirkungs-dosis. Vielmehr nimmt die Wirkungs-dosis in der Richtung nach der Körpertiefe, je nach den äußeren Bedingungen, mehr oder weniger stark ab.

Betrachten wir zunächst die Wirkungs-dosis am Einfallsfeld, d. h. auf der Haut des Patienten! Der Fokus einer Röntgenröhre sendet unter gegebenen Bedingungen in einem gegebenen Zeitabschnitt eine bestimmte Strahlenenergie aus. Der zur therapeutischen Nutzleistung verwendete Strahlenkegel stellt nur einen Ausschnitt dieser kugelförmig sich ausbreitenden Energie dar. Die Gesamtenergie dieses Ausschnittes bleibt dieselbe, gleichgültig, ob wir sie unmittelbar an der Röntgenröhre oder in einem größeren Fokusabstand betrachten. Diese gleiche Energie verteilt sich aber unmittelbar an der Röntgenröhre auf eine relativ sehr kleine Kugelfläche, welche durch die nach dem Fokus der Röntgenröhre spitz zulaufenden Begrenzungsflächen des Strahlenkegels bzw. der Strahlenpyramide begrenzt wird. In einem weiten Fokusabstand dagegen laufen diese Begrenzungsflächen weit auseinander und begrenzen eine relativ sehr viel größere Kugelfläche. Auf diese große Kugelfläche verteilt sich genau die gleiche Strahlenenergie wie auf die fokusnahe kleine Kugelfläche. Die Folge davon ist, daß die Flächenenergie pro Quadratzentimeter bei der großen Kugelfläche sehr viel geringer ist als bei der kleinen Kugelfläche. Das Verhältnis der beiden Flächenenergien zueinander ist genau umgekehrt proportional dem Verhältnis der Flächen. Diese wieder verhalten sich genau wie das Quadrat der Entfernung vom Fokus der Röntgenröhre. Infolgedessen ist die Flächenenergie, welche auf ein bestrahltes Hautfeld auftrifft, umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung vom Röhrenfokus. Bei einer Entfernung der Haut vom Röhrenfokus von 25 cm haben wir also die vierfache Flächenenergie als bei einer Entfernung von 50 cm. Wir nennen dieses Gesetz das Quadratgesetz des Divergenzverlustes. Es spielt für die Röntgentherapie eine ganz außerordentliche Rolle, und es erscheint nicht zuviel gesagt, wenn man behauptet, daß mindestens ein Drittel sämtlicher Röntgenverbrennungen auf ungenügende Beachtung dieses Quadratgesetzes zurückzuführen sind. Man muß sich immer wieder klarmachen, daß wenige Zentimeter Unterschied im Fokus-hautabstand schon gewaltige Unterschiede in der Dosis veranlassen. Um verhängnisvolle Dosierungsirrtümer in dieser Richtung zu vermeiden, ist es zweckmäßig, für die Ermittlung der erforderlichen Bestrahlungszeiten universelle Dosierungstabellen zu benutzen, welche das Dosenverhältnis für die verschiedenen gebräuchlichen Fokushautabstände genau berücksichtigen. Wir haben eine Sammlung solcher Tabellen in Form der B-Zeitabellen als Ergänzung für unseren Felderwähler herausgegeben (siehe unten). Sodann muß man sich bei der Einstellung eines Röntgenfeldes stets genau darüber vergewissern, daß der richtige Fokushautabstand innegehalten ist, denn geringe Irrtümer und Ver-

wechslungen können zum schwersten Schaden führen. Vor allen Dingen aber ist es wichtig, daß durch eine geeignete Vorrichtung dafür Sorge getragen wird, daß der Patient sich während der Bestrahlung weder willkürlich noch unwillkürlich dem Fokus der Röhre nähern kann. Es sind eine ganze Reihe von Röntgenprozessen bekannt geworden, bei denen die Schädigung dadurch verursacht wurde, daß der Patient sein erkranktes Glied während der Röntgenbestrahlung unbeobachtet der Röntgenröhre genähert hat. In solchen Fällen ist der Arzt in vollem Umfange für den entstandenen Schaden verantwortlich, denn man kann von dem Laien nicht verlangen, daß er sich die schwerwiegenden Folgen, die durch Nichtbeachtung des ihm unbekannten Quadratgesetzes entstehen können, klarmacht. Es ist deshalb ein für allemal empfehlenswert, das Bestrahlungsgerät so einzurichten, daß durch feststehende Blenden- bzw. Tubusansätze eine Annäherung des Bestrahlungsfeldes an den Fokus der Röntgenröhre über den eingestellten Fokushautabstand hinaus unmöglich ist.

Die Absorption der Röntgenstrahlen im Gewebe. Die Filtrierung der Röntgenstrahlen.

Von der Flächenenergie, welche auf die Haut des Bestrahlungsfeldes fällt, nimmt dieselbe nur einen Bruchteil in sich auf. Dieser Bruchteil erst stellt die eigentliche Wirkungs-dosis in der Haut dar. Denn der Rest der Flächenenergie, welcher unabsorbiert weiter in die Tiefe dringt, kann in der Haut keine biologische Wirkung entfalten, da er dort nicht absorbiert wird. Die Wirkungs-dosis an der Oberfläche der Haut richtet sich also nach der Gesamtmenge der auf die Haut auftreffenden Flächenenergie und nach dem Prozentsatz davon, welchen die Haut verschluckt, d. h. absorbiert. Die Gesamtmenge der Flächenenergie ist abhängig von der von der Antikathode der Röntgenröhre ausgesandten Strahlenenergie. Diese wieder ist eine natürliche Funktion der an die Röhre gelegten Spannung und Stromstärke. Nimmt man diese Verhältnisse als gegeben an, so ist die Gesamtmenge der Flächenenergie umgekehrt proportional dem gewählten Fokushautabstand. Der Prozentsatz der Flächenenergie, der in der Haut absorbiert wird, richtet sich dagegen im wesentlichen nach der verwendeten Strahlenqualität, ganz weiche Röntgenstrahlen können restlos, d. h. bis zu 100% in der ersten Zentimeterschicht der Körperoberfläche absorbiert werden. Ganz harte Röntgenstrahlen werden nur zu wenigen Prozenten, etwa 7—15%, in der ersten Zentimeterschicht der Haut verschluckt. Aus diesen Zahlen ist es ohne weiteres verständlich, daß eine gegebene Flächenenergie sehr weicher Strahlen vielfach stärker (bis zum Zehnfachen!) auf der Haut zur Wirkung kommen kann als eine gleiche Flächenenergie sehr harter Strahlen. Die Qualität der Strahlen ist in erster Linie abhängig von der an die Röhre gelegten Spannung. Es muß deshalb aus diesem Grunde der Konstanthaltung der Spannung im Röntgenbetriebe besondere Beachtung geschenkt werden (siehe unten). Darüber hinaus müssen wir vor allen Dingen bestrebt sein, die riesige Schwankungsbreite in der Oberflächenabsorption der Röntgenstrahlen weitmöglichst einzuengen.

Für viele Hautleiden erscheint die Verwendung sehr weicher ungefilterter Strahlen besonders zweckmäßig, da bei diesen fast der gesamte Prozentsatz der

verabfolgten Flächenenergie in der Haut, d. h. in diesen Fällen am Erfolgsorgan absorbiert wird und zur Wirkung kommt. Man kann mit der modernen Elektronenröhre, zumal bei der Verwendung von niederen Spannungen, die Qualität der Strahlung fast absolut konstant halten, wenigstens so weitgehend, daß der Prozentsatz der von der Haut absorbierten Strahlung keine erkennbaren Schwankungen erleidet. Dadurch lassen sich Irrtümer in der Oberflächendosierung bei der Verwendung sehr weicher Strahlen mit großer Sicherheit ausschließen.

Wollen wir etwas tiefer wirken, so haben wir durch Perthes¹¹⁰ gelernt, die weiche Komponente des Strahlungsgemisches durch ein zwischengeschaltetes Aluminiumfilter abzufangen, bevor die Haut getroffen wird, so daß dieser größte Prozentsatz der Strahlung, welcher bei ungefilterter Strahlung in der Haut zur Wirkung kommen würde, vorher vernichtet wird. Geringe Schwankungen in der von der Röhre ausgehenden Strahlenqualität führen aber gerade unter diesen Bedingungen zu erheblichen Schwankungen in dem Absorptionsprozentsatz der Haut, so daß Dosierungsdifferenzen am Einfallsfeld von 100 und 200% dabei unbemerkt entstehen können. Die Dosierung wird erst wieder sicherer, wenn man fast die Gesamtheit der weichen Röntgenstrahlen vernichtet, indem man an Stelle des Aluminiumfilters ein Zink- oder Kupferfilter nimmt (Wintz und Baumeister¹¹¹) und zu höheren Spannungen an der Röntgenröhre übergeht. Dann wird der Prozentsatz der in der Haut absorbierten Wirkungs-dosis zur Gesamtflächenenergie so klein und ist so wenigen Änderungen unterworfen, daß wir mit ihm fast als mit einer Konstanten rechnen können.

Es empfiehlt sich deshalb zur Vermeidung von Überdosierungen in der Haut, in der gesamten Röntgentherapie nur zwei Strahlengattungen zu verwenden: entweder die ganz weiche, ungefilterte Strahlung mit ausschließlicher Oberflächenwirkung oder aber die ganz harte, schwergefilterte Strahlung mit ihrer gleichmäßigen und großen Tiefenwirkung. Verwendet man in Einzelfällen eine mittelharte Strahlung mit Leichtmetallfilterung, so muß man der Konstanz der Strahlenqualität besonders erhöhte Aufmerksamkeit schenken, um Oberflächenschädigungen sicher zu vermeiden.

Für die Tiefentherapie kommt heute wohl ausschließlich die sehr harte, durch Zink oder Kupfer von 0,1—1 mm Dicke gefilterte Strahlung in Anwendung. Da das Filter gerade denjenigen Anteil der Strahlung abfängt, welcher sonst in der Haut und in den obersten Schichten der Körperbedeckung zur Absorption und zur biologischen Wirkung kommen würde, muß es besonders verhängnisvoll werden, wenn man einmal vergißt, das Filter einzuschalten. Eine große Reihe, ja fast die Hälfte aller schweren Röntgenverbrennungen ist durch ein derartiges Versehen entstanden. Holzknacht¹¹² hat deshalb als erster ein sog. Filteralarmgerät gebaut, welches das Vergessen eines Filters unmöglich macht. Die Anode der Röntgenröhre wird nicht direkt an die Sekundärspannung der Apparatur angeschlossen, sondern es wird eine kleine Lücke gelassen, welche erst durch einen Zwischenhebel geschlossen werden kann. Dieser Zwischenhebel schließt die Lücke nur dann, wenn das Filter eingeschoben ist. Wird das Filter vergessen, so überspringt eine lärmende Funkenstrecke die offene Lücke und macht das Bedienungspersonal von selbst auf den Fehler rechtzeitig aufmerksam. Diese immerhin etwas komplizierte Vorrichtung hat Holzknacht⁷⁹ später sehr wesentlich vereinfacht. Das Anodenkabel der Röntgenapparatur erhält keinen Haken, sondern eine Öse.

Die Anode selbst hat gleichfalls nur eine Öse, so daß die Verbindung zwischen beiden nur durch einen Doppelhaken aus Draht möglich ist. Dieser wird mit einer Seidenschnur an das Filter angebunden, so daß auf diese Weise ein Vergessen des Filters ganz unmöglich wird.

Die schwersten Schädigungen entstehen selbstverständlich, wenn man das Filter ganz vergißt. Erhebliche Schäden können aber immer noch eintreten, wenn man nur zwei verschiedene Filter miteinander verwechselt. Wenn man z. B. statt 1 mm Kupferfilter 0,5 mm Kupferfilter nimmt oder gar 1 mm Aluminiumfilter, so kann allein dadurch eine Überdosierung um mehrere 100% eintreten. Heitz¹¹³ hat deshalb die Holzknechtsche Idee der Filtersicherung noch weiter ausgebaut, indem er an den durch eine Seidenschnur mit dem Filter verbundenen Holzknechtschen Doppelhaken eine große bunte, weithin sichtbare Pappmarke angehängt hat, welche die Dicke und die Art des Filters auffällig erkennen läßt. Eine derartige Filtersicherung erscheint äußerst zweckmäßig, weil selbst bei dem zuverlässigsten Personal einmal ein Irrtum in der Vorbereitung der Apparatur unterlaufen kann und weil sich solcher Irrtum, wenn er einmal eingetreten ist, gar nicht mehr gutmachen läßt. Man vergegenwärtige sich immer wieder, daß zahlreiche, schwere Röntgenverbrennungen, darunter auch eine Anzahl tödlich verlaufener Fälle, lediglich durch das Vergessen des Filters verursacht wurden!

Es ist bekannt, daß gerade Schwermetalle, wie z. B. Zink und Kupfer, wenn sie von Röntgenstrahlen getroffen werden, eine weiche charakteristische Eigenstrahlung, sog. Fluoreszenzstrahlung, auszusenden vermögen, und man hat dieser sog. Filtersekundärstrahlung eine große Bedeutung als Gefahrenquelle für die Tiefentherapie eingeräumt (Krönig¹¹⁴). Schon in den ersten Jahren der Röntgentherapie hatte man die Wirkung derartiger Eigenstrahlung beim Bleiblech beobachtet, welches man zum Schutze der unbestrahlten Haut verwendete. Es zeigte sich dabei, daß diese Strahlung so außerordentlich weich war, daß sie bereits durch ganz dünne Gummischichten absorbiert wurde. Diese Beobachtung führte zur Herstellung der sog. Bleigummiplatten, in denen das Blei in feinster Pulverform im Gummi verteilt ist. Diese Bleigummiplatten sind ja heute ganz allgemein als Röntgenschutzstoff gebräuchlich. So lag der Gedanke nahe, auch eine Kautschukschicht zur Abfilterung der schädlichen Eigenstrahlung des Filters zu verwenden. Dieser Vorschlag stammt von Schlesinger und Herschfinkel¹¹⁵. Seitz und Wintz¹⁰⁸ empfehlen das Zwischenschalten von 1 mm Aluminium. Selbstverständlich muß das Aluminiumfilter zwischen dem Zink- bzw. Kupferfilter und dem Hautfeld liegen! Auch dabei sind Irrtümer des Unterpersonals häufig beobachtet. Wir haben uns damit begnügt, den 2 mm dünnen Pappelholzboden unserer Tubenansätze als ausreichenden Schutz zu betrachten. Neuerdings sind von Grossmann¹¹⁶ eingehende physikalische Untersuchungen und von Lenk¹¹⁷ in Ergänzung dazu eingehende biologische Untersuchungen gemacht worden, welche erkennen lassen, daß die Gefahr der Filtersekundärstrahlung ganz außerordentlich überschätzt wurde. Beide Autoren leugnen diese Gefahr überhaupt vollkommen. Jedenfalls scheint die Anwendung eines besonderen Leichtmetallschutzfilters absolut überflüssig, wenn man mit einem dünnen Holzboden ausgekleidete Tubusansätze an den Stativen verwendet. Der Gebrauch solcher Ansätze empfiehlt sich ja allein schon zu dem

Zwecke, um die Kompression der Weichteile weitgehend durchzuführen. Darüber hinaus ist ein weiterer Schutz nicht nötig.

Wenige Zentimeter vom Filter entfernt ist die Filtersekundärstrahlung ja schon durch den Einfluß des Quadratgesetzes vom Divergenzverlust derart geschwächt, daß sie absolut vernachlässigt werden kann.

Die Beurteilung in der Wirkungs-dosis der Tiefe ist sehr viel schwieriger noch als die Beurteilung der Wirkungs-dosis an der Oberfläche. Die Flächenenergie eines Strahlenkegels vermindert sich nach der Tiefe des Körpergewebes zu nicht nur um den Divergenzverlust nach dem Quadratgesetz der Entfernung vom Röhrenfokus, sondern auch von Zentimeter zu Zentimeter um jenen Prozentsatz, welchen die einzelne Gewebsschicht von der Flächenenergie als Dosis absorbiert. Durch die geeignete Wahl der Filterdicke können wir es erreichen, daß die Strahlenqualität des Strahlungsgemisches sich nach der Tiefe zu nicht mehr ändert, so daß der Prozentsatz der Absorption in der Tiefe wie an der Oberfläche der gleiche ist. Wir sprechen dann von einer qualitativ homogenen Strahlung (Dessauer¹¹⁸). Bei sehr kleinen Bestrahlungsfeldern ist die Dosis in der Körpertiefe allein abhängig von dem Divergenzverlust, d. i. dem Quadratgesetz und dem Absorptionsverlust, d. i. der Strahlenqualität. Bei größeren Bestrahlungsfeldern ändert jedoch die im Gewebe ausgelöste Streustrahlung das Dosenverhältnis außerordentlich. Bekanntlich wird nicht der ganze Teil der im Gewebe absorbierten Strahlung an Ort und Stelle in biologische Wirkung umgesetzt, sondern ein Teil davon wird vielmehr nur aus der ursprünglichen Richtung abgelenkt und als Streustrahlung nach allen Richtungen diffus im Gewebe verteilt. Diese Streustrahlung kommt prozentual in der Tiefe sehr viel stärker zur Wirkung als an der Oberfläche. Der die Tiefendosis steigernde Einfluß der Streustrahlung ist um so größer, je größer der durchstrahlte Körper-raum, d. h. je größer das Einfallsfeld ist. Kurz zusammengefaßt, erhöht sich die Tiefenwirkung eines Röntgenstrahlenkegels mit der Vergrößerung des Fokushautabstandes, mit der Verbesserung der Strahlenqualität und mit der Vergrößerung des Bestrahlungsfeldes. Es hat sich für den Strahlentherapeuten zweckmäßig erwiesen, die Tiefenwirkung des zu verwendenden Strahlenkegels als das Endergebnis dieser drei Komponenten zu bestimmen. Denn dabei sind weniger Irrtümer möglich, als wenn man Strahlenqualität und Quantität getrennt mißt und den Einfluß von Fokushautabstand und Feldgröße rechnerisch zu erfassen sucht. Um die Strahlenqualität als solche getrennt zu bezeichnen, hat Christen¹¹⁹ den Begriff der Halbwertschicht in Wasser oder Aluminium eingeführt. Er meint damit die Bestimmung derjenigen Schicht des Wassers oder Aluminiums, welche nötig ist, um die Röntgenenergie genau auf den halben Wert zu reduzieren. Eine Umschreibung dieses Begriffes stellt der von Dessauer¹²⁰ eingeführte Absorptionskoeffizient μ in Wasser oder Aluminium dar. Die in diesen Medien ausgelöste Streustrahlung macht jedoch selbst bei sehr eng abgeblendeten Strahlenkegeln die Bestimmung von μ bzw. der Halbwertschicht zu einer äußerst unsicheren Methode. Es ist das Verdienst von Küstner¹²¹, nachgewiesen zu haben, daß die exakteste Bestimmung der Strahlenqualität durch Ermittlung der Halbwertschicht in Kupfer möglich ist. Die Halbwertschicht in Kupfer dürfte z. Z. die genaueste und exakteste Definition der Strahlenqualität darstellen, bei

deren Bestimmung die geringsten Irrtümer möglich sind. Auch die spektrographische Auswertung eines Röntgenstrahlungsgemisches ist vielen Irrtümern unterworfen. Die Bestimmung der Grenzwellenlänge mit Hilfe des Staunig-Marchschen Spektrographen¹²² unter direkter Beobachtung des Röntgenspektrums ist ganz ungenau (Küstner¹²¹). Etwas genauer ist die Auswertung eines mit dem Seemannschen Spektrographen¹²³ aufgenommenen Spektrogrammes. Aber auch hier sind Irrtümer bei der Festlegung der Grenzwellenlänge nicht auszuschließen, da man immer gezwungen ist, eine Tangente an die Intensitätskurve zu legen (Küstner¹²¹).

Ganz abgesehen davon, ist die Bestimmung der Grenzwellenlänge keineswegs ein sicheres Maß für die Durchdringungsfähigkeit des Gesamtstrahlenbündels. Wir haben beobachten können, daß unter bestimmten apparaturtechnischen Bedingungen auch eine Strahlung mit sehr schlechter Tiefenwirkung eine ungemein kurze Grenzwellenlänge haben kann.

Wir müssen gestehen, daß alle Methoden, welche eine isolierte physikalische, exakte Bestimmung der Strahlenqualität anstreben, heute noch nicht so vollkommen in der Praxis anwendbar sind, daß auch nur eine als frei von Irrtümern und Fehlerquellen gelten kann. Für den Röntgentherapeuten erscheint es praktisch viel wichtiger, die Tiefenwirkung eines Röntgenstrahlenbündels zu bestimmen, so, wie sie sich durch das Zusammenwirken der verschiedenen Faktoren Strahlenqualität, Fokushautabstand, Feldgröße, Blendenform und Blendenlage ergibt. Schon Christen¹²⁴ hat betont, daß der Arzt in allererster Linie die Dosis am Orte der Wirkung messen soll, anstatt sie zu errechnen. Dieser Forderung wird in ganz idealer Weise der von Seitz und Wintz¹⁰⁸ aufgestellte Begriff der prozentualen Tiefendosis gerecht. Man tut nur gut, aus diesem Begriff das Wort „Dosis“ auszumerzen, da es zu Verwechslung mit der absoluten Wirkungs-dosis in der Tiefe führen kann. Unsere Nomenklatur bedarf in dieser Beziehung entschieden der Vereinfachung, um die nur allzu häufigen Irrtümer zu vermeiden, welche durch Verwechslung der relativen Tiefenwirkung eines Strahlenkegels mit der absoluten Dosis in der Körpertiefe entstehen. Wir folgen dem Vorschlage von Martius¹²⁵, wenn wir an Stelle des Begriffes der prozentualen Tiefendosis den Begriff der prozentualen Tiefenintensität setzen, welcher das Wesen des alten Seitz-Wintzschen Begriffes besser und korrekter wiedergibt. Seitz und Wintz definieren den Begriff der prozentualen Tiefenintensität als das Verhältnis der in 10 cm Tiefe gemessenen Strahlendosis zur Oberflächendosis, ausgedrückt in Prozenten der letzteren. Die prozentuale Tiefenintensität ist also die Tiefendosis, gemessen in 10 cm Tiefe mal 100, dividiert durch die Oberflächendosis.

$$P. T. I. = \frac{T. D. \times 100}{O. D.}$$

Es war eine besonders glückliche Idee, gerade das Verhältnis der Strahlenintensität in 10 cm Tiefe zur Strahlenintensität an der Oberfläche eines Strahlenkegels zum Maßstabe der Tiefenwirkung zu machen. Wir wissen heute durch voneinander unabhängig durchgeführte Untersuchungen von Friedrich und Glasser¹²⁶, von Glocker¹²⁷ und vom Verfasser¹²⁸, daß die Intensität eines Strahlenkegels in den ersten Zentimetern der Gewebstiefe zunächst nicht oder nur wenig abnimmt, dann aber, je nach der Tiefenwirkung des Strahlen-

kegels, in 1, 2, 3 oder 4 cm Gewebstiefe sehr rasch sinkt. Die Kurve des starken Abfalls flacht sich aber zwischen dem 8. und 12. Zentimeter merklich ab, um schließlich wieder bei den niederen Intensitätswerten ziemlich flach zu verlaufen (siehe Abb. 1 die ausgezogene Linie!). Der Verlauf dieser Intensitätskurve bringt es mit sich, daß kleine Änderungen in der Tiefenwirkung eines Strahlenkegels zu recht erheblichen, aber stets gleichsinnigen Veränderungen der prozentualen Tiefenintensität führen müssen. Denn die Intensität der Strahlung wird durch Veränderungen der Tiefenwirkung stets am stärksten in 10 cm Tiefe beeinflusst. Deshalb vermeidet man am sichersten alle Irrtümer in der Festlegung der Tiefenwirkung eines Strahlenkegels, wenn man sich an die Bestimmung und Bezeichnung der Seitz-Wintzschen prozentualen Tiefenintensität (P. T. I.) hält.

Die Röntgenstrahlenmessung.

Die Messung der Wirkungs-dosis beruht also zweckmäßig auf zwei verschiedenen Messungen quantitativer Natur. Erstens auf der Messung der Quantität der Oberflächendosis und zweitens auf der Bestimmung der Tiefenwirkung des verwandten Röntgenstrahlenkegels (P. T. I.) durch die Messung der Quantität der Dosis in 10 cm Tiefe des Körpergewebes. Es ist ohne weiteres klar, daß wir an diesem Punkte die Dosis nur in den allerseltensten Fällen zu messen in der Lage sind. Wir sind deshalb zur Ermittlung der Tiefenwirkung eines Strahlenkegels (P. T. I.) durchweg auf Phantommessungen am Wasserphantom oder Wachsphantom angewiesen. Damit machen wir die Messung der Tiefenwirkung zu einer indirekten Messung. D. h. wir messen nicht direkt während der Bestrahlung, sondern messen vorher am Wasserphantom, eichen dabei die betreffende Röntgenröhre und arbeiten dann am Patienten mit geeichter Röhre. Man wählt heute dieses Verfahren, d. h. das Arbeiten mit geeichter Apparatur und geeichter Röhre nicht nur für die Bestimmung der Tiefenwirkung eines Strahlenkegels, sondern zumeist auch für die Bestimmung der Quantität der Oberflächendosis. Die Dosierung ergibt sich dann aus der vorher ermittelten Intensität der Strahlenausbeute mal der Bestrahlungszeit, d. h. man verabfolgt die Dosis nach der Zeit, welche man vor der Bestrahlung als genau erforderlich festlegt, man „dosiert nach Zeit“. Man tut dies, weil die quantitative Messung der Röntgenstrahlendosis trotz aller Verbesserungen und Vereinfachungen heute zumeist doch noch so kompliziert ist, daß die irrtumsfreie Durchführung derselben während der Bestrahlung am Patienten auf technische Schwierigkeiten stößt. Ein solches Arbeiten nach der Zeit setzt aber eine konstante Arbeitsweise der Apparatur d. h. quantitativ wie auch qualitativ völlig konstante Röntgenstrahlenausbeute voraus.

Die Überwachung der Konstanz der Strahlenausbeute beschränkt sich im wesentlichen auf die Beobachtung der elektrischen Meßapparate im primären und sekundären Stromkreis. Hier sind eine große Zahl von Irrtümern möglich, die wohl jeder für sich schon häufig genug die Veranlassung zu Fehldosierungen gewesen sind. Eine ganz besondere Gefahrenquelle liegt in plötzlichen und unkontrollierten Spannungsschwankungen des primären Starkstromnetzes. Derartige Schwankungen sind an manchen Orten außerordentlich hochgradig. Auf ihre große Bedeutung wurde zuerst von Glocker¹²⁹ und Steuernagel¹³⁰,

dann von Schreuss¹³¹ und Voltz¹³² aufmerksam gemacht. Bei der Verwendung einer sehr harten Röntgenstrahlung sind die Veränderungen in der Strahlenausbeute, die durch Netzspannungsschwankungen herbeigeführt werden, prozentual wesentlich stärker als bei weichen Strahlen. Glocker konnte nachweisen, daß eine Netzspannungsschwankung von 20% zu Schwankungen in der Intensität der Strahlenausbeute von 50% und mehr führen kann. Eine Netzspannungsschwankung von 6% führt nach Glocker bei harter Strahlung zu Differenzen in der Strahlenausbeute von etwa 32% und bei weicher Strahlung zu solchen von etwa 20%. Es ist ohne weiteres klar, daß ein inkonstantes Starkstromnetz das Dosieren nach Zeit mit vorher geeichter Apparatur völlig unmöglich machen kann. Holzknecht⁶² verwirft deshalb überall da die indirekte Dosierungsmethode, wo nicht ein automatischer Netzspannungsregler eingebaut ist. Der Einbau eines solchen automatischen Netzspannungsreglers ist erstmalig von der Firma Siemens & Halske ausgeführt worden und muß durchaus als das Ideal für die Durchführung einer exakten Röntgendosierung bezeichnet werden. Leider aber führt der hohe Preis dieser Apparate dazu, daß wohl nur die allerwenigsten Institute sich einen solchen automatischen Spannungsregler leisten können. Es genügt aber unserer Auffassung nach durchaus, wenn man nach dem Vorschlage Küstners¹²¹ vor die Apparatur einen besonderen Widerstand einschaltet und hinter diesen einen gewöhnlichen Voltmeter einbaut. Man reguliert mit Hilfe dieses Widerstandes die dem Röntgenapparat zugeführte Spannung auf eine Voltzahl, welche etwa 10—15 Volt unterhalb der normalen Spannung des betreffenden Stadtnetzes liegt. Alle übrigen Hebel des Schalttisches bleiben während der Bestrahlung völlig unverändert. Die bedienende Laborantin hat lediglich mit Hilfe der einen Kurbel des vorgeschalteten Widerstandes den Voltmeter stets auf der konstanten Spannung zu erhalten. Dieser Vorschlag Küstners ist außerordentlich beachtenswert, da er auf billige Weise es jedem Röntgeninstitut ermöglicht, die gefährlichen Spannungsschwankungen des Stadtnetzes auszugleichen. Man kann von dem Einbau eines solchen Regulierwiderstandes nur dann absehen, wenn man ein besonders konstantes Starkstromnetz zur Verfügung hat. Aber auch wenn dies der Fall ist, ist wenigstens der Einbau eines besonderen Voltmessers in den primären Stromkreis als eine unentbehrliche Vorsichtsmaßnahme zur Verhütung schwerwiegender Dosierungsirrtümer zu bezeichnen (Voltz¹³²). Dieses Voltmeter im primären Stromkreis muß für die bedienende Laborantin während der ganzen Dauer der Bestrahlung stets deutlich sichtbar sein. Es ist ein häufiger Irrtum, wenn man glaubt, daß das Kilovoltmeter ein genügend sicherer Anzeiger zur Feststellung von Stromschwankungen sei. Die Konstanzhaltung des Kilovoltmeters durch Regulierung der im Schalttisch der Apparatur eingebauten Widerstandskurbel ist nicht entfernt so zuverlässig als die Konstanzhaltung des dem Apparat zugeführten Primärstromes durch einen Vorschaltwiderstand und ein primäres Voltmeter! Bei manchen Apparaten läßt sich dagegen der im Schalttisch eingebaute Widerstand aber auch einfach als Vorschaltwiderstand verwenden, wenn man hinter diesen Widerstand das Voltmeter einschaltet. Das Kilovoltmeter ist überhaupt nur ein Instrument von sehr relativem Wert. Es ist im primären Kreislauf nicht isoliert, sondern zumeist in Verbindung mit der Primärspule eingebaut und mißt somit gewissermaßen die Selbstinduktion der Primärspule. Da diese Selbstinduktion bei einer bestimmten

Stromstärke (Milliampèrezahl) des Sekundärstromes in einem annähernd festen Verhältnis zur Sekundärspannung steht, so hat man diese Instrumente auf den Sekundärstrom, d. h. auf Kilovolt geeicht. Ein derartiges Verfahren kann natürlich nur ein schätzungsweise und vor allen Dingen nur ein relatives Meßverfahren darstellen. Prinzipiell besteht natürlich kein Unterschied zwischen einem Kilovoltmeter und einem Spannungshärtemesser z. B. beim Symmetrieapparat, nur daß der Spannungshärtemesser gar nicht erst den Versuch einer Kilovoltangabe macht und nicht dadurch eine Genauigkeit vorzutäuschen sucht, die praktisch nicht erreichbar ist (Baumeister¹³³). Auf die Abhängigkeit des Spannungshärtemessers beim Symmetrieapparat von der Tourenzahl des Unterbrechers und die dadurch bedingten Dosierungsirrtümer ist weiter unten besonders hingewiesen. Gerade bei der Verwendung sehr hoher Spannungen tritt die Unzuverlässigkeit der Kilovoltmeter besonders deutlich in Erscheinung. Ein jeder Röntgentherapieapparat ist nur auf eine bestimmte maximale Leistungsfähigkeit gebaut. Wird er in bezug auf Spannung nur annähernd bis an die Grenze dieser Leistungsfähigkeit ausgenutzt, so darf man eine bestimmte Milliampèrezahl nicht überschreiten, ohne einen plötzlichen Zusammenbruch der erzeugten Sekundärspannung hervorzurufen. Dieser Zusammenbruch wird aber vom Kilovoltmeter überhaupt nicht angezeigt, das Kilovoltmeter steigt vielmehr entsprechend der vermehrten Selbstinduktion weiter stark an. Dadurch kommt es zu enormen Differenzen zwischen angezeigter und tatsächlich vorhandener Sekundärspannung und somit zwischen vermuteter und vorhandener Strahlenausbeute. Besonders deutlich ist diese Erscheinung am Intensivreformapparat der Veifawerke. Belastet man diesen Apparat mit etwa 190 Kilovolt Sekundärspannung am Transformator, so findet schon ein sehr deutlich nachweisbarer Zusammenbruch der Spannung beim Übergang von 4 auf 6 Milliampère sekundärer Belastung, d. i. beim gleichzeitigen Betrieb von 2 Röhren pro Röhre von 2 auf 3 Milliampère Belastung, statt. Dieser starke Zusammenbruch hat seine Ursache im wesentlichen in dem offenen Eisenkern der Transformatoren dieses Apparates. Der Neo-Intensivreformapparat mit seinem geschlossenen Eisenkern erlebt einen solchen Zusammenbruch erst bei Belastungen, welche man mit den heute hergestellten Röntgenröhren im praktischen Betriebe überhaupt nicht anwenden kann. Immerhin besteht auch da bei der Verwendung höherer Milliampèrezahlen eine deutliche Differenz zwischen der tatsächlich vorhandenen und der am Kilovoltmeter angezeigten Spannung. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei jedem Therapieapparat, gleichviel welcher Konstruktion.

Eine sicherere Beurteilung der vorhandenen Sekundärspannung erlaubt uns die Verwendung der parallelen Funkenstrecke (Wintz und Iten¹³⁴). Auch diese ist nicht absolut zuverlässig, da Veränderungen der Witterung auch Änderungen in der Leitfähigkeit der Luft hervorrufen. Dies wird besonders deutlich an gewitterschwülen Sommertagen. An solchen Tagen ist das quantitative Arbeiten mit hochgespannten Strömen überhaupt so unzuverlässig, daß man es besser ganz aufgibt. Die übrige Zeit aber sind die Einflüsse der Atmosphäre auf das Ansprechen der Parallelfunkenstrecke unserer Erfahrung nach nur von untergeordneter Bedeutung. Wir arbeiten seit Jahren am Symmetrieapparat mit großem Erfolg und sehr zuverlässiger Exaktheit derart, daß wir die Stromspannung und Ausbeute ausschließlich mit dem Voltmeter im Primär-

stromkreis, mit der Parallelfunkenstrecke und mit dem Milliampèremeter konstant halten. Dabei genügt es, die parallele Funkenstrecke so einzustellen, daß nur etwa alle 3—5 Minuten einmal ein leichter Funken überspringt. Hierfür ziehen wir eine mit Spitze und Platte ausgerüstete Funkenstrecke vor. Die in Amerika beliebte und dort für exakter gehaltene Kugelfunkenstrecke kommt hauptsächlich für wissenschaftliche Vergleichsmessungen in Betracht, sie ist aber unserer Erfahrung nach den Witterungseinflüssen sehr viel stärker unterworfen und hat für den praktischen Betrieb zudem den Nachteil, daß nicht, wie bei der Spitze-Platte-Funkenstrecke, hie und da bei Überschreitung der gewünschten Spannung ein leichter kleiner Funken überspringt, sondern daß eine Überschreitung der Spannung stets zu einer breiten bandförmigen Funkenentladung führt, welche, abgesehen von dem Lärm, auch den Nachteil starker, für den Betrieb und die Lebensdauer der Röntgenröhre sehr schädlicher Stromstöße im sekundären Stromkreislauf hat. Das früher allgemein verbreitete Qualimeter nach Bauer hat für die moderne Tiefentherapie seinen Ruf als zuverlässiges Meßinstrument völlig eingebüßt und dürfte wohl kaum mehr Verwendung finden. Meyer und Ritter¹³⁵ haben zuerst auf die Fehlerquellen dieses Instrumentes hingewiesen.

Bei Verwendung gashaltiger Röhren ist die an der Röhre zur Wirkung kommende Spannung in erster Linie von dem durch den Gasdruck der Röhre bedingten spezifischen Widerstand der Röhre abhängig. Die Konstanzhaltung dieses spezifischen Widerstandes läßt sich nur durch automatische Regeneration ermöglichen. Da bei geringerem Widerstand die Milliampèrezahl wächst, so läßt sich unter der Voraussetzung eines konstanten primären Stromkreises eine automatische Regenerierung der Röntgenröhre in Verbindung mit dem Milliampèremeter in ausreichend genauer Weise durchführen. Auf diesem Prinzip ist der bekannte Wintzsche Regenerierautomat aufgebaut¹³⁶. Die Voraussetzung für ein exaktes Arbeiten desselben muß jedoch stets durch das Konstanthalten der primären Stromkreisspannung gegeben sein. Andernfalls droht bei plötzlichem Sinken der Primärspannung eine Überregeneration der Röntgenröhre. Die Röhren werden plötzlich weich, sie kippen um und sind dadurch in ihrer Lebensdauer empfindlich geschädigt. Die Konstanz der Strahlenausbeute wird dadurch dann völlig illusorisch gemacht. Schreuss¹³⁷ hat deshalb einen anderen Regenerierautomaten konstruiert, der jedesmal dann in Tätigkeit gesetzt wird, wenn die Parallelfunkenstrecke anspringt.

Da der Funkenübergang an der Parallelfunkenstrecke stets der Ausdruck einer gesteigerten Sekundärspannung bzw. eines gesteigerten spezifischen Widerstandes der Röntgenröhre ist, so muß bei dem Schreuss'schen Automaten die Regenerierung stets unabhängig von der primären Stromschwankung im richtigen Augenblick erfolgen.

Die Verwendung gashaltiger Röntgenröhren zu Therapiezwecken tritt gegenüber der zunehmenden Verbreitung der Elektronenröhren praktisch immer mehr in den Hintergrund. Da die Elektronenröhren keinen spezifischen Widerstand besitzen, ist die erzeugte Strahlung lediglich abhängig von der an die Röhre gelegten Spannung und Stromstärke. Die erstere richtet sich ganz nach der Apparatur (s. oben), die Stromstärke dagegen ist lediglich vom Kathodenheizstrom abhängig. Dieser wieder ist absolut konstant nur dann, wenn er aus einer Akkumulatorenbatterie direkt entnommen wird. Wird er erst in einem

besonderen Heiztransformator erzeugt, so führen Schwankungen im primären Starkstromnetz naturgemäß auch zu Heizstromschwankungen. Diese wieder führen zu Schwankungen in der Milliampèrezahl und dadurch auch wieder indirekt zu Schwankungen in der sekundären Stromspannung. Es ist deshalb auch mit Rücksicht auf die Konstanz des Heizstromes besonders wichtig, daß der primäre Strom des Stadtnetzes eine konstante Spannung aufweist bzw. auf konstanter Spannung gehalten wird. Um den Heizstrom besonders konstant zu halten, hat man den Heiztransformator auch anstatt aus dem Primärstromkreis aus der Selbstinduktion des Induktorstromkreises gespeist. Diese Konstruktion ist beim Neosymmetrieapparat durchgeführt. Dadurch wird in der Tat der Heizstrom in hohem Maße konstant und von etwaigen Netzspannungsschwankungen relativ unabhängig.

Außer den Sekundärspannungsschwankungen, die durch Spannungsschwankungen des primären Starkstromkreises bedingt sind, müssen auch noch solche vermieden werden, welche durch Spannungsverluste innerhalb der Apparatur entstehen können. Solche Spannungsverluste können bei Induktorapparaten bereits im Primärstromkreislauf innerhalb des Unterbrechers entstehen, wenn die Düsen desselben durch Verunreinigung des Quecksilbers teilweise verstopft sind. Das erkennt man an Schwankungen des primären Ampèremeters. Der moderne Symmetrieapparat ist deshalb mit einem düsenlosen Unterbrecher ausgestattet, der auch bei stark verschmutztem Quecksilber ebenso störungslos arbeitet wie mit gereinigtem Quecksilber und der einen Spannungsverlust innerhalb des Primärkreislaufs völlig ausschließt. Es sollten zweckmäßig bei allen Therapieinduktorapparaten nur noch solche düsenlose Unterbrecher Anwendung finden! Ist man aber gezwungen, mit Düsenunterbrechern älterer Konstruktion zu arbeiten, so muß man der Sauberhaltung des Quecksilbers allergrößte Beachtung schenken. Mindestens nach 25 Betriebsstunden muß ein solcher Unterbrecher frisch gereinigt werden! Auch Schwankungen in der Frequenz des Wechselstromes und noch mehr solche in der Tourenzahl von Unterbrechern (Schempp¹³⁷ und Frick¹³⁸) führen zu schweren Störungen in der Konstanz der Strahlenausbeute, welche vom Spannungshärtemesser nicht registriert werden. Deshalb ist der Einbau eines Frequenz- oder Tourenzählers in jeder Röntgenapparatur, gleichviel welcher Konstruktion, besonders aber bei allen Induktionsapparaten dringend zu empfehlen. Auch sei für denjenigen, welcher noch Induktionsapparate älterer Konstruktion besitzt, darauf hingewiesen, daß die Länge der Kontaktsegmente des Unterbrechers einen außerordentlichen Einfluß auf die Intensität und Qualität der Strahlenausbeute ausübt (Reusch¹³⁹).

Mannigfaltiger sind die Quellen des unerwünschten Spannungsverlustes im Sekundärstromkreis. Der erheblichste Verlust an Sekundärspannung tritt bei dem Funkenübergang der sog. Nadelschalter oder der rotierenden Hochspannungsgleichrichter ein. Je nach der Länge der Funkenstrecke, welche durch die Form und Lage der rotierenden Nadel bedingt ist, beträgt dieser Verlust 10–30% der erzeugten Spannung. Man muß immer mit diesem Verlust rechnen. Deshalb muß man stets unterscheiden zwischen der meßbaren Sekundärspannung am Transformator und der stets geringeren, aber nur annäherungsweise schätzbaren Sekundärspannung an der Röntgenröhre. Änderungen in der Größe dieses Verlustes können im allgemeinen nur durch den Verschleiß

der Nadeln entstehen und man schützt sich vor Dosierungsirrtümern genügend sicher, wenn man alle 8–14 Tage eine neue Eichung der Strahlenausbeute der Apparatur vornimmt. Ein weiterer Spannungsverlust ist durch das Phänomen der Spitzenwirkung, d. h. der an einer Spitze der Sekundärleitung ausstrahlenden Elektrizität, bedingt. Man verwendet deshalb für moderne Hochspannungsleitungen nur noch dicke, runde und an den Enden mit Kugeln armierte Metallrohre ohne jede Spitzenbildung. Eine Spitzenwirkung kann an solchen Sekundärleitungen nur eintreten, wenn dieselben schadhaft geworden oder wenn sie allzusehr mit Staub beladen sind, sodaß dieser zu einer Auflagerung der Oberfläche führt. Ein Spannungsverlust durch Spitzenwirkung läßt sich im abgedunkelten Zimmer durch die Beobachtung von ausstrahlenden Funkenbüscheln leicht nachweisen. Im übrigen empfiehlt es sich aber, die sekundären Hochspannungszuleitungen nicht länger zu wählen, als dies für die Bewegungsfreiheit des Bestrahlungsgerätes unbedingt notwendig ist. Denn je kürzer die Hochspannungsleitung, um so geringer die Gefahr des Spannungsverlustes durch Ausstrahlung!

Eine weitere Gefahrenquelle für die Konstanzhaltung der elektrischen Betriebsbedingungen im Sekundärstrom liegt in der starken Beanspruchung der im Sekundärstrom eingebauten Milliampèremeter. Die Angaben dieser Instrumente sind nicht immer ganz zuverlässig. Jaeckel¹⁴⁰ hat darauf aufmerksam gemacht, daß der Zeigerausschlag des Milliampèremeters häufig nicht durch die sekundäre Stromstärke bedingt ist, sondern daß vielmehr elektrostatische Aufladungsvorgänge an der Glaswand des Meßinstrumentes zu einer ganz willkürlichen Pendelbewegung des Milliampèremeterzeigers führen können. Diese elektrostatischen Kräfte können durch Verunreinigungen (Staubablagerungen) viel stärker werden als die elektromagnetischen bzw. thermodynamischen Kräfte der Stromstärke, welche sonst den Zeiger des Milliampèremeter bewegen. Dadurch wird irgendeine beliebige Milliampèrezahl vorgetäuscht, welche in der Tat gar nicht vorhanden ist, und die infolgedessen herbeigeführten Dosierungsirrtümer brauchen nicht näher geschildert zu werden. Um derartig irrige Angaben zu vermeiden, empfiehlt es sich, nach dem Vorschlage von Jaeckel rings um das Milliampèremeter einen Korb aus Drahtgeflecht zu bauen. Man erreicht dadurch, daß das Milliampèremeter in einem mit hoher Spannung aufgeladenen faradischen Käfig hängt und die Metallteile des Instrumentes selbst sich gegeneinander elektrisch völlig neutral verhalten. Oft genügt es auch, wenn man den größten Teil des Deckglases mit Staniol beklebt und das Deckglas mit Glyzerin einreibt, so daß gerade noch die Zeigerspitze sichtbar bleibt. Doch ist dieses Verfahren weniger sicher als ein geschlossener faradischer Drahtkäfig. Die ganze Reihe dieser technischen Fehlerquellen muß bedacht werden, um eine konstante Strahlenausbeute zu gewährleisten. Denn die Konstanz der Strahlenausbeute ist die Grundbedingung für eine exakte Dosierung in der modernen Röntgentherapie (Levy-Dorn¹⁴¹). Jeder Röntgentherapeut überzeuge sich deshalb davon, welchen Schwankungen sein Primärstrom, sein Sekundärstrom und sein Heizstrom unterworfen ist und durch welche speziellen Konstruktionen seiner Apparatur der Ausgleich des Einflusses von primären Netzspannungsschwankungen angestrebt wird.

Fassen wir die Momente zusammen, die zur Konstanzhaltung der Strahlenausbeute erforderlich sind:

1. Konstanthaltung des dem Apparat zugeführten primären Starkstromes durch Abdrosselung auf ein bestimmtes Niveau mit Hilfe eines Vorschaltwiderstandes und unter Kontrolle eines Voltmeters;
2. Sorge für konstanten Gasgehalt der Röntgenröhre bzw. konstanten Kathodenheizstrom;
3. Kontrolle der Sekundärspannung durch eine Parallelfunkenstrecke;
4. Fehlerfreie Arbeitsweise des Milliampèremeters;
5. Verhütung von Spannungsverlusten innerhalb der Apparatur oder innerhalb der Zuleitung des Sekundärstromes zur Röntgenröhre;
6. Alle 8—14 Tage durchgeführte Kontrolle der Strahlenausbeute durch Messung der Oberflächenintensität und der Tiefenwirkung (P. T. I.) am Wasserphantom unter bestimmten, immer wiederholten Bedingungen (Feldgröße und Fokushautabstand! s. unten!).

Wenn wir unsere Apparatur auf diese Weise in Ordnung halten, so ist es nach unseren Erfahrungen absolut sicher und ungefährlich, eine indirekte Dosierung durchzuführen, d. h. mit geeichter Apparatur und geeichten Röhren nach Zeit zu dosieren!

Das Problem der Strahlenmessung selbst hat im Laufe der Zeit seine Lösung auf sehr verschiedene Weise durch mannigfache Meßverfahren gefunden, deren jedes eine mehr oder weniger große Zahl ganz bestimmter Fehlerquellen aufweist. Diese Fehlerquellen haben z. T. zu recht erheblichen Irrtümern in der Dosierung geführt und sind die Veranlassung von umfangreichen Prozessen wegen Röntgenschädigungen geworden. Gerade diese Irrtümer haben die ganze Strahlentherapie in schweren Mißkredit gebracht, und es ist für jeden Röntgentherapeuten wichtig, dieselben bis ins einzelne genau zu kennen, um ihnen nicht auch zum Opfer zu fallen. Es können hier jedoch nur diejenigen Verfahren herausgegriffen werden, die heute noch eine praktische Bedeutung besitzen. Wir müssen dabei zunächst unterscheiden zwischen denjenigen Verfahren, welche die Quantität der Wirkungs-dosis direkt messen wollen, und jenen, welche die Intensität der Dosis messen wollen, bei denen also erst das Produkt aus Intensität mal Bestrahlungszeit die Quantität ergibt. Zu der ersteren Gruppe gehört die Bariumplatinzyanürtablette, welche von Sabourand und Noiré¹⁴² zur Ermittlung der sog. Volldosis benutzt wird und von Holzknecht¹⁴³ in seinem bekannten Chromoradiometer Verwendung findet. Außerdem gehört in diese Gruppe der bekannte Quantimeterstreifen von Kienboeck¹⁴⁴. Endlich auch das klassische Jontoquantimeter von Szillard¹⁴⁵, Wintz¹⁰⁸, Friedrich¹⁴⁶, das Jonimeter von Martius und Grebe¹⁴⁷ und das Jonometer von Solomon¹⁴⁸.

In die zweite Gruppe gehört das Intensimeter von Fürstenau¹⁴⁹ und der Siemens-Röntgendosismesser¹⁵⁰. Die zur Erreichung einer bestimmten Dosis benötigten Bestrahlungszeiten verhalten sich zu den Angaben der Meßinstrumente der ersten Gruppe gleichsinnig, zu denen der zweiten Gruppe reziprok!

Um die Quantität bzw. Intensität einer Röntgenstrahlendosis richtig zu messen, muß vor allen Dingen der Prozentsatz der aus der Gesamtstrahlenenergie von dem Meßkörper absorbierten Strahlenenergie bei der Verwendung von weichen wie harten Röntgenstrahlen sich entweder in dem gleichen Verhältnis ändern, wie dies der Prozentsatz der im Körpergewebe absorbierten

Strahlenenergie tut, oder aber die Abweichung davon muß eine stetige und rechnerisch leicht zu erfassende sein. Alle Meßinstrumente, welche die Ionisation oder besser gesagt die Trägererzeugung (Holthusen¹⁵¹) in der Luft zum Gegenstand der Messungen machen, genügen dieser Forderung in idealer Weise, falls die Wände der Luftmeßkammer aus Graphit gebildet sind. Diese Einschränkung muß gemacht werden, da bei allen möglichen anderen Stoffen die Kammerwände selbst, infolge ihres besonderen Absorptionsvermögens, zu einer Störung in der Quantität der Trägererzeugung führen (Friedrich¹⁴⁶). Unter dieser Einschränkung aber geht die Trägererzeugung absolut proportional mit der im Gewebe absorbierten Strahlenenergie wenigstens innerhalb derjenigen Wellenlängen, welche in der modernen Tiefentherapie zur Anwendung kommen. Nur bei der Verwendung ganz weicher Strahlen bleibt die Trägererzeugung hinter der im Gewebe absorbierten Strahlenenergie merklich zurück, aber auch diese Differenz ist konstant und läßt sich rechnerisch leicht erfassen.

Keines der angegebenen übrigen Meßverfahren genügt dieser Forderung in so idealer Weise. Der Grund hierfür liegt in der Tatsache, daß die für die Strahlenmessung benutzten Reagenzkörper (Bariumplatinzyanür, Silber und Selen) sämtlich schweratomige Stoffe sind, welche die Eigenschaft haben, ganz bestimmte Wellenlängen des Röntgenlichtes selektiv zu absorbieren. Wenn einmal zufällig das verwendete Röntgenstrahlungsgemisch einen größeren Prozentsatz dieser speziellen Wellenlängen enthält, so wird der betreffende Meßkörper eine stärkere Dosis anzeigen als bei der Verwendung eines gleichstarken Röntgenstrahlungsgemisches, welches zufällig nur eine geringe Menge dieser spezifischen Wellenlängen enthält. Die Differenzen in der Reaktion dieser Meßkörper betragen mehrere Hunderte Prozent. Da wir ohne gleichzeitiges Spektrogramm über die prozentuale Beteiligung der einzelnen Wellenlängen an dem erzeugten Röntgenstrahlungsgemisch keine genauen Aufschlüsse erhalten können, ist es ohne weiteres klar, daß alle diese Meßkörper die Quelle von ungezählten Dosierungsirrtümern werden müssen, sofern wir nicht in der Lage sind, den gefährlichen Strahlenbereich der selektiven Absorption, von vornherein durch genügend starke Filterung aus dem Strahlenkegel abzufangen. Mit absoluter Sicherheit läßt sich dies auch bei der Schwerfiltertherapie nicht bewerkstelligen. Immerhin ist dabei die Unterdrückung des gefährlichen Strahlenbereiches so stark, daß die praktische Zuverlässigkeit dieser Meßkörper von seiten der selektiven Absorption keine sehr erhebliche Störung mehr erfährt. Ebenso läßt sich die Fehlerquelle der selektiven Absorption auch dann einigermaßen ausschalten, wenn man grundsätzlich das Maximum der Strahlung in den Spektralbereich der selektiven Absorption legt. Das geschieht z. B. bei der Verwendung weicher, ungefilterter Strahlen. Die schwersten Irrtümer entstehen aber naturgemäß gerade dann, wenn man abwechselnd mit einem dieser Reagenzkörper weiche ungefilterte Strahlen und harte schwergefilterte Strahlen mißt. Es ist ohne weiteres klar, daß jeder dieser Reagenzkörper sehr viel stärker unter Umständen mehr als 10mal so stark anspricht, wenn er einer Strahlung ausgesetzt wird, deren Maximum im Spektralbereich seiner selektiven Absorption liegt, als wenn er einer Strahlung ausgesetzt wird, in der der Spektralbereich der selektiven Absorption fast vollkommen unterdrückt ist. Aber hier besteht eben infolge der Fehlerquelle der selektiven Absorption kein festes Zahlenverhältnis, so daß ein wissenschaftlicher Kritik standhaltender, auch nur an-

nähernder Vergleich von Strahlen verschiedener Qualität mit Hilfe derartiger Meßkörper absolut unmöglich ist.

Die Fehlerquelle der selektiven Absorption ist nicht die einzige, welche diesen alten klassischen Meßverfahren anhaftet. Jedem derselben haftet noch eine Reihe anderer Fehlerquellen an, welche kurz besprochen werden sollen.

Am zuverlässigsten erscheint das Bariumplatinzyanür. Das Meßverfahren nach Sabourand-Noiré bzw. das Chromoradiometer nach Holzknecht ist noch heute besonders in der Oberflächentherapie und dort mit Recht in allgemeiner Anwendung. Es hat den Vorzug, daß man eine direkte Messung während der Bestrahlung durchführen kann und dadurch von den oben angeführten Fehlerquellen in der Konstanz der Strahlenausbeute unabhängig wird. Allerdings ist die fehlerfreie Arbeit dieses Meßkörpers in praktisch ausreichend genauem Maße nur bei der Verwendung weicher, ungefilterter oder leichtgefilterter Strahlen gewährleistet. Eine besondere Fehlerquelle des Verfahrens liegt in der Schwierigkeit der Beurteilung der Braunfärbung. Diese Beurteilung wird wesentlich objektiver gestaltet, wenn man die Tablette unter einer konstanten blauen Beleuchtung betrachtet. Wir verdanken die Ausschaltung dieses subjektiven Betrachtungsfehlers den Untersuchungen von Hans Meyer¹⁵². Von ihm sowohl wie von Nogier¹⁵³ sind besondere Betrachtungsapparate für die Beurteilung der Braunfärbung der Sabourand-Noiré Tablette konstruiert worden. Ein solcher Apparat wird in Deutschland nach den Angaben von Hans Meyer von der Firma Ernst Pohl, Kiel, erbaut und ist jedem Röntgentherapeuten, welcher für die Oberflächentherapie nach diesem Verfahren dosiert, wärmstens zu empfehlen.

Besondere Beachtung verdient ferner die Einhaltung der richtigen Entfernung der Tablette vom Fokus der Röntgenröhre. Diese muß nach den Vorschriften der Autoren genau in der halben Entfernung des gewählten Fokushautabstandes angebracht werden. Gerade in der Oberflächentherapie pflegt man gewöhnlich mit sehr geringen Fokushautabständen zu arbeiten, und dann macht 1 cm Differenz in der Entfernung der Meßtablette vom Fokus schon Unterschiede von 20—30% in der Dosierung aus. Es ist deshalb wichtig, die Entfernung der Meßtablette stets genau einzuhalten. Ein besonders in der Oberflächentherapie viel angewandtes Dosierungsverfahren mit Hilfe der S.-N.-Tablette ist von Hans Meyer¹⁵² angegeben. Meyer legt die Tablette in einen konstanten Fokusabstand zur Röntgenröhre und bestrahlt jedesmal bis zur völligen Braunfärbung der Tablette. Veränderungen in der Stärke der Dosis erzielt er dann einfach durch ganz bestimmte Einhaltung von vorher tabellarisch ermittelten Fokushautabständen. Oder aber er bestrahlt mit konstantem Fokushautabstand und wechselt den Fokus-Tablettenabstand je nach der gewünschten Dosis. Eine eingehende Schilderung dieses Verfahrens mit Wiedergabe einer größeren Anzahl geeigneter Relationstabellen findet sich in dem kleinen Taschenbuch der Oberflächentherapie von Schreuss¹⁵⁴.

Irrtümer, die durch Ungenauigkeiten in der Entfernung des Meßkörpers vom Fokus der Röntgenröhre bedingt sind, sind zwar bei der Sabourand-Noiré-Tablette besonders groß, sind aber auch bei allen übrigen Meßmethoden vorhanden. Es soll deshalb auch an dieser Stelle betont werden, daß grundsätzlich bei jedem Meßverfahren der Meßkörper stets in genau die gleichen Bedingungen gebracht werden muß, unter denen nachher die gemessene Dosis verabfolgt

werden soll. Nur bei der S.-N.-Tablette kann man gerade durch Veränderung des Fokushautabstandes die Dosierung abstufen. Es ist klar, daß bei dem großen Einfluß des Quadratgesetzes auf die verabfolgte Röntgenenergie schwerwiegende Irrtümer entstehen müssen, wenn man z. B. eine bestimmte Dosis mit ca. 40 cm Fokushautabstand mißt und dann ohne Berücksichtigung des Quadratgesetzes mit 30 cm Fokusabstand verabfolgt. Anhänger der S.-N.-Tablette sind außer den genannten Autoren H. E. Schmidt¹⁵⁵, Wels¹⁵⁶, Stern¹⁵⁷, Ritter¹⁵⁸. Scharfe Gegner derselben sind Christen¹⁵⁹, Colombo¹⁶⁰ Kirstein¹⁶¹.

Die größten Fehlerquellen haften dem Kienböck-Quantimeterstreifen an. Dieses Meßverfahren, das noch vor 10 Jahren als das genaueste Meßverfahren galt, muß heute als völlig überwunden angesehen werden. Die sehr sorgfältigen und genauen Entwicklungsvorschriften wie sie von Kienböck¹⁴⁴ selbst herausgegeben sind, lassen sich in der Praxis nur äußerst schwer befolgen und Verstöße dagegen geben die Veranlassung zu außerordentlich hochgradigen Irrtümern. Erst neuerdings ist das Verfahren von Küstner¹²¹ einer Nachprüfung unterzogen worden. K. fand dabei, daß die verschiedenen Emulsionen von Kienböckstreifen stets verschiedene Empfindlichkeiten aufwiesen, so daß ein quantitativer Meßvergleich mit Hilfe dieses Verfahrens absolut unmöglich erscheint. Das Bromsilber reagiert eben in so steiler Gradation auf den Strahlenreiz und auf den chemischen Entwicklungsprozeß, daß ein exaktes und absolutes quantitatives Erfassen des Strahlenreizes auf photographischem Wege völlig aussichtslos erscheint. Nur zu relativen Vergleichsmessungen kann man den Kienböckstreifen nach dem Vorschlage von Voltz¹⁶² anwenden. Diesbezüglich siehe die von Voltz dabei gegebenen genauen Vorschriften! Es erübrigt sich deshalb, an dieser Stelle auf die große Zahl von Irrtümern im einzelnen näher einzugehen, welche bei der Verwendung des Kienböckstreifens, der Belichtung, Entwicklung und Bestrahlung entstehen können.

Geringere Fehlerquellen hat die Selenzelle des Intensimeters nach Dr. Fürstenau. Ihr Hauptfehler, abgesehen von der selektiven Absorption, liegt in der Eigenschaft der Ermüdung (Grann¹⁶³). Wenn die Zelle lange Zeit von Röntgenstrahlen getroffen ist, so ermüdet sie und weist eine geringere elektrische Leitfähigkeit auf. Man kann deshalb den Zeigerausschlag des Fürstenauintensimeters bei ausgeruhter und bei ermüdeter Selenzelle nicht miteinander vergleichen. Die Originalvorschrift des Autors lautet, daß man nur mit ausgeruhter Zelle messen soll, während andere Autoren gerade finden, daß die Selenzelle erst im Ermüdungsstadium konstante Strahlenempfindlichkeit aufweist und deshalb für die Messung im Ermüdungsstadium zuverlässiger zu gebrauchen ist (Hopf und Iten¹⁶⁴). Auch die Temperatur ist von Einfluß auf die Empfindlichkeit der Selenzelle. Guilleminot¹⁶⁵ wies nach, daß die Empfindlichkeit des Selens umgekehrt proportional der Temperatur ist, d. h. sie ist um so größer, je niedriger die Temperatur. Eine weitere Quelle des Irrtums muß in der Angabe der Dosis nach „F.-Einheiten erblickt werden. Viele vergleichende Untersuchungen haben ergeben, daß der Zeigerausschlag des Intensimeters keineswegs in einem geradlinigen linearen Verhältnis zu der biologischen Wirkung der angezeigten Röntgendosis steht und daß die Unterschiede bei weichen und harten Strahlen zwischen der Zahl der notwendigen F.-Einheiten fast ebenso großen Schwankungen unterworfen sind, wie dies bei den „X.-Einheiten des Kienböckquantimeters der Fall ist.

Es hat sich überhaupt als unmöglich erwiesen, die verschiedenen Maßeinheiten der einzelnen Meßinstrumente, das „H.“ nach Holz knecht, das „X.“ nach Kienböck und das „F.“ nach Fürstenau¹⁶⁶ zueinander in ein bestimmtes konstantes Verhältnis zu bringen (Adler, Kienböck¹⁶⁷). Jedes dieser Meßverfahren an sich gibt zwar für die Praxis gewisse brauchbare Anhaltspunkte, aber nur für die quantitative Messung ein und derselben Strahlung. Für den Vergleich verschiedener Strahlungen aber haben alle Verfahren völlig versagt. Wenn man überhaupt eines dieser Meßverfahren verwendet, so darf man deshalb niemals in den Irrtum verfallen, die Maßeinheiten des betreffenden Verfahrens als absolute Größen hinzunehmen! Dieselben haben vielmehr nur einen relativen Wert, der erst durch den empirischen Vergleich mit der biologischen Wirkung zum absoluten Wert umgeiecht werden kann. In der modernen Tiefentherapie aber weichen diese Meßwerte so stark und unkontrollierbar von dem mit der entsprechend gemessenen Dosis erzielten biologischen Effekt ab, daß selbst der relative Wert als unzuverlässig anzusprechen ist. Die drei genannten Verfahren müssen daher als nicht ausreichend genau und nicht genügend zuverlässig für die Tiefentherapie abgelehnt werden. Hier kommt allein die Ionisationsmessung der Luft in Betracht.

Es gibt zwei grundverschiedene Methoden der Ionisationsmessung. Erstens die isolierte Messung der ausstrahlenden Röntgenenergie und zweitens die Messung der durch die verschiedenen oben geschilderten Faktoren (Divergenz, Absorption und Streustrahlung) entstandenen Dosis an der Stelle der Wirkung.

Die isolierte Messung der ausstrahlenden Röntgenenergie geschieht mit Hilfe einer großen Ionisationskammer, durch welche ein feines abgeblendetes Röntgenstrahlenbündel hindurchzieht. Um physikalisch ganz einwandfreie Röntgenstrahlenmessungen bei verschiedener Strahlenqualität ausführen zu können, ist es nach den Untersuchungen von Becker und Holthusen¹⁵¹ notwendig, die Meßkammer im Vergleich zum Strahlenbündel so groß zu wählen, daß sich überall die für die Trägererzeugung wichtige sekundäre β -Strahlung erschöpft, bevor sie die Kammerwand erreicht. Um absolute Energiemessungen auszuführen, ist es weiterhin notwendig, die Kammer unter einen hohen Luftdruck von mehreren Atmosphären zu setzen. Die verschiedenen Gesichtspunkte, die zur Vermeidung von Irrtümern und Fehlerquellen bei solchen Untersuchungen maßgebend sind, gehören in das Gebiet der speziellen Physik. Sie sind von Wichtigkeit für die Frage der Schaffung eines Normalmaßes für Röntgenstrahlen. Eine ausführliche Klarlegung derselben ist erst kürzlich durch Küstner¹²¹ erfolgt. Ein Hinweis auf diese Arbeit möge genügen, denn für den Praktiker kommen diese sehr komplizierten Meßverfahren nicht in Betracht. Sehr gebräuchlich ist das Winaversche Elektroskop der Veifawerke (Bachem¹⁶⁸). Eine Hauptfehlerquelle dieses Instrumentes liegt in der Zentrierung desselben. Der fein abgeblendete Röntgenstrahlenkegel muß so zentriert werden, daß er ganz genau durch die Mitte der Meßkammer geht. Sonst mißt man zu geringe Werte und dosiert infolgedessen zu stark!

Weit gebräuchlicher und für die praktische Röntgentherapie bequemer sind diejenigen Ionisationsmeßverfahren, welche die Wirkungsdosis an Ort und Stelle zu messen vermögen und welche zu diesem Zwecke mit einer außerhalb des Instrumentes liegenden sog. Fingerhutkamera ausgestattet sind. Wir

nennen diese Instrumente kurz nach dem ersten Scillardschen Instrument: Jontoquantimeter. Die Jontoquantimeter haben eine enorme praktische Bedeutung in der modernen Röntgentherapie erlangt. Eine einwandfreie und zuverlässige Maßeinheit ist mit diesen Instrumenten aber auch noch nicht geschaffen worden. Bereits Scillard hat versucht, eine solche Einheit aufzustellen. Er nannte sie Mega-megaion ($\mu\acute{\epsilon}\gamma\alpha\text{-}\mu\acute{\epsilon}\gamma\alpha\text{-}\iota\omicron\nu$). Danach haben Friedrich und Krönig¹⁰⁴ die Entladungszeit ihres Jontoquantimeters als absolute Standardgröße „e“ angenommen und sämtliche Dosenangaben auf diese Einheit „e“ bezogen. Erst in letzter Zeit hat Solomon-Paris¹⁰⁹ die Entladungszeit seines Jontometers „R“ = „Röntgen“ als feste Einheit angenommen und nach R-Einheiten geeichte Jontometer in den Handel gebracht. Keine dieser Einheiten hat bisher eine über den örtlichen Rahmen des betreffenden Institutes hinausgehende Bedeutung erlangt. Keiner derselben ist bisher eine Verallgemeinerung beschieden worden. Das letzte Wort in dieser Angelegenheit ist jedoch noch nicht gesprochen. Erst in jüngster Zeit hat eine auf Anregung von Küstner¹⁷⁰ ins Leben gerufene Dosimeterkommission der Deutschen Röntgengesellschaft die Prüfung dieser Frage anscheinend mit Aussicht auf Erfolg unternommen. Es gehört zu einer der Hauptaufgaben dieser Kommission, die verschiedenen Fehlerquellen und Irrtümer aufzudecken, welche bei der Aufstellung derartiger Einheiten unterlaufen können, damit wir endlich von den verschiedenen scheinbaren absoluten Einheiten zu einer wirklichen und zuverlässigen absoluten Röntgeneinheit gelangen. Das Bedürfnis nach einer solchen wirklichen und absoluten Einheit ist gerade vom Gesichtspunkte der Vermeidung von Irrtümern von jeher sehr groß gewesen und immer wieder in der Literatur betont worden (Schwarz¹⁷¹, Dietlen¹⁷², Schreuss¹⁷³). Vorläufig sind wir aber trotz des Fortschrittes der Ionisationsmessungen noch darauf angewiesen, als allgemeines Einheitsmaß diejenige Strahlenmenge aufzufassen, welche auf der Haut nach einer bestimmten Latenzzeit eine leichte Rötung und später eine deutliche Bräunung erzeugt. Man nennt solche Einheit „Erythemdosis“. Von den verschiedenen Graden der Erythembildung, welche der Einheit der Erythemdosis zugrunde gelegt wurden, hat die leichte Rötung als Grundlage der Hauteinheitsdosis (H. E. D.) nach Seitz und Wintz¹⁰⁸ die allgemeinste Verbreitung erlangt und muß bisher als die zuverlässigste vergleichbare Maßeinheit gelten. Diese Dosis baut sich auf einer biologischen Wirkung auf, welche naturgemäß, wie jege biologische Wirkung, gewissen Schwankungen unterworfen ist. Eine Reihe von Autoren halten diese Schwankungen für so groß, daß die Zuverlässigkeit der Methode dadurch in Frage gestellt wird (Holzknecht⁶², Fiedler¹⁷⁴, Halberstaedter¹⁷⁵ u. a.).

Demgegenüber stehen die Beobachtungen von anderen Autoren, Friedrich und Kroenig, Jüngling⁸⁰, Hans Meyer¹⁵², Rost¹⁷⁶, Verfasser¹⁷⁷ u. a., welche feststellen, daß die Empfindlichkeit der Haut im allgemeinen nur 10—15% nach oben und unten zu schwanken pflegt, sodaß die Angabe einer mittleren H. E. D. als Maßeinheit durchaus als möglich und als brauchbarer Ersatz für die noch nicht genügend einwandfreie physikalische Maßeinheit erscheint. Es hat sich in der Tat die H. E. D. nach Seitz und Wintz so außerordentlich im Sprachgebrauch der röntgentherapeutischen Literatur eingebürgert und es hat sich dabei gleichzeitig erwiesen, daß die Angaben von Wirkungs Dosen in Prozenten der H. E. D. bisher als die sichersten und vergleichbarsten Dosen-

angaben in der Literatur anzusehen sind. Irrtümer in der Feststellung des Grades der Hautrötung sind durchaus möglich. Hiergegen schützt in vollkommener Weise die Rötungsskala von Freund und Valentin¹⁷⁸.

Die elektrischen Ablaufszeiten eines Jontoquantimeters sind gewissen Schwankungen unterworfen und ändern sich besonders beim Ortswechsel des Instrumentes in weiten Grenzen. Die meisten Fabriken, welche Jontoquantimeter herstellen, vermeiden es deshalb bisher, die Instrumente auf die H. E. D. oder auf irgendeine andere Maßeinheit zu eichen. Die Angaben der Jontoquantimeter sind meist lediglich Skalenteile und es ist Sache des Röntgenarztes, diese Skalenteile erst durch empirischen Vergleich mit der biologischen Wirkung an die H. E. D. anzuschließen. Er mißt seine Röntgenintensität bzw. Quantität unter bestimmten Bedingungen, bestrahlt unter den gleichen Bedingungen eine entsprechend lange Zeit, bis er bei einem Patienten gerade eben die gewünschte Erythemreaktion auf der Haut erhält und weiß dann, wieviel Skalenabläufe seines Instrumentes zur Erreichung der H. E. D. notwendig sind. Ist auf diese Weise das Instrument geeicht, so hat er nur dafür zu sorgen, daß bei den Messungen selbst keine Fehlerquellen unterlaufen, welche das Meßresultat verderben können. Die Fehlerquellen bei jontoquantimetrischen Messungen sind verschiedener Art:

1. Die Isolation an sich kann undicht sein. Dann zeigt das Instrument, ohne daß es von Röntgenstrahlen getroffen wird, einen Spontanablauf. Jedes Elektroskop und jedes Jontoquantimeter muß vor jeder Messung auf seinen Spontanablauf geprüft werden. Sehr empfindliche Instrumente haben fast immer einen leichten Spontanablauf. Dieser muß aber so langsam sein, daß er das Resultat der Messung nicht beeinträchtigt. Man kann im allgemeinen den Spontanablauf vernachlässigen, wenn er mindestens 40 mal länger ist als der längste Ablauf, der während der Messung selbst beobachtet wird. Ist der Spontanablauf kürzer, so muß das Instrument auseinandergenommen und auf die Stelle der Undichtigkeit seiner Isolation hin geprüft werden, bevor es zur Messung verwandt werden kann.

2. Das Instrument zeigt einen Ablauf, wenn die Röntgenröhre eingeschaltet, der Weg der Strahlen zur Meßkammer aber noch nicht freigegeben ist. Man prüft dies leicht dadurch, daß man die Meßkammer mit dickem Bleiblech bedeckt und dann die Röntgenröhre einschaltet. Die Ursache für einen derartigen unerwünschten Ablauf muß gewöhnlich darin zu suchen sein, daß die Lufträume des Instrumentes von Röntgenstrahlen getroffen und somit zu einer zweiten Ionisationskammer werden, durch die die statische Elektrizität sich ihren Ausgleich sucht, ohne den Umweg über die Fingerhutkamera zu nehmen. Solche Undichtigkeit wird meist auch erst dann störend, wenn der dadurch bedingte Ablauf weniger als die 40 fache Zeit des längsten gemessenen Kameraablaufs beträgt. Andernfalls muß man die Störung dadurch beseitigen, daß man das Instrument mit genügend dickem Bleiblech nach allen Seiten hin sorgfältig vor dem Zutritt von Röntgenstrahlen schützt. Die Prüfung, ob diese Störung vorliegt, hat jeder eigentlichen Messung voranzugehen!

3. Das Instrument kann ruckweise Entladungen haben, welche den Vergleich der Meßzahlen beeinträchtigen. Derartige Stoßabläufe können ent-

weder in fehlerhafter Konstruktion oder in mangelhafter Erdung des das Meßinstrument umgebenden faradischen Käfigs zu suchen sein oder aber die Lagerung des Ionisationsblättchens ist nicht reibungslos genug durchgeführt. Diese Fehlerquelle läßt sich leicht ermitteln und gegebenenfalls abstellen.

Für bestimmte wissenschaftliche Zwecke den gewöhnlichen Jontoquantimetern überlegen ist der Siemens-Röntgendosismesser, welcher die gemessene Strahlenintensität direkt durch Zeigerausschlag anzeigt. Die verschiedenen Fehlerquellen, welche bei diesem Instrument durch den Gebrauch der Verstärkerröhre bedingt sind, sind in der Gebrauchsanweisung desselben genau angeführt. Es würde zu weit führen, diese speziellen Fehlerquellen an dieser Stelle ausführlich zu nennen.

Bei allen Jontoquantimetermessungen mache man es sich zum Grundsatz, stets ein und denselben, und zwar einen möglichst großen Skalenbereich als Grundlage der Messung zu nehmen, da die Instrumente bisweilen mit verschiedener Geschwindigkeit über die einzelnen Teilbereiche der Skala ablaufen können. Die Messungen der Ablaufzeiten geschehen im allgemeinen zweckmäßig mit der Stoppuhr. Dabei muß man daran denken, daß auch die Stoppuhr ein feines Präzisionsinstrument ist, welches zuweilen weitgehende Differenzen im Laufe zeigt. Ein Vergleich mehrerer Stoppuhren unserer Röntgenabteilung miteinander führte zu dem überraschenden Ergebnis, daß eine derselben um 10% gegen die anderen differierte. Man tut also gut, auch die Stoppuhr einer gelegentlichen Kontrolle in bezug auf die Richtigkeit ihrer Angaben zu unterziehen. Ferner ist es wichtig, um sich vor allen zufälligen Schwankungen in der Strahlenausbeute absolut unabhängig zu machen, daß man jede Messung dreimal ausführt und nur wenn die Werte mindestens bis auf 90% nahe aneinander liegen, das Messresultat verwertet. Es ist ein häufiger Irrtum, wenn man glaubt sicher genug hierbei zu gehen, indem man zunächst die Oberflächenmessungen dreimal hintereinander und dann die Tiefenmessungen dreimal hintereinander ausführt. Sicher verwertbar ist eine Messung erst dann, wenn man Oberflächenmessung, Tiefenmessung, Oberflächenmessung, Tiefenmessung und Oberflächenmessung, Tiefenmessung abwechselnd dreimal durchgeführt und nahe aneinanderliegende Resultate erzielt hat.

Die Tiefenmessung kann dabei nicht einfach durch Vorschalten einer 10 cm dicken Absorptionsschicht geschehen, sondern gleichzeitig muß die Meßkammer um 10 cm weiter vom Röhrenfokus entfernt werden, sonst würde man falsche Werte erhalten, weil man den Divergenzverlust vernachlässigt. Überhaupt kann man bei der Ausführung jontoquantimetrischer Messungen gar nicht pedantisch genug sein. Man vergegenwärtige sich immer und immer wieder, daß die Aufgabe der Röhreicheung äußerst verantwortungsvoll ist und daß dieselbe stets genau unter den gleichen Bedingungen durchgeführt werden muß, unter denen nachher die Bestrahlung ausgeführt werden soll. Abweichungen im Fokushautabstand kann man stets rechnerisch erfassen. Abweichungen, die durch die Feldgröße bedingt sind, können genau nur durch Messungen ermittelt werden. Wir haben jedoch an umfangreichem Material derartige Messungen festgestellt, so daß auf Grund desselben vergleichsweise Rückschlüsse erlaubt erscheinen. Besonders groß ist dabei naturgemäß die Veränderung der Tiefenwirkung (P. T. I.). Die Oberflächendosis dagegen wird nur in geringerem Grade von der Feldgröße beeinflusst. Setzen wir die Wirkungs-dosis, welche wir bei

einer Feldgröße von 6×8 cm gemessen haben, gleich 100, so beträgt die in der gleichen Zeit verabfolgte Wirkungs-dosis bei Verwendung einer Feldgröße von 3×3 cm etwa 90 und diejenige bei einer Feldgröße von 20×20 cm etwa 110. Der Unterschied ist also nicht sehr hochgradig. Für die Tiefenwirkung dagegen bestehen weitgehendere Unterschiede, welche sich je nach der Strahlenqualität in Form von Tabellen leicht zusammenstellen lassen. Um Irrtümer in dieser Richtung sicher zu vermeiden, empfiehlt es sich, eine ganze Reihe von Feldgrößen und Fokushautabständen in bezug auf die P. T. I. selbst auszumessen und sich so selbst für die verwendete Strahlenqualität die gültige Tabelle aufzustellen.

Besondere Fehlerquellen für die Tiefenmessung liegen in der Art des Meßphantomes. Am exaktesten ist es, wenn die Meßkammer selbst in einem Wasserphantom angebracht werden kann. Verwendet man dagegen Wasserkästen, die vor bzw. hinter die Meßkammer gestellt werden, so muß man darauf achten, daß die Meßkammer allseitig von der Kastenmasse (Wachs) eng anschließend umgeben ist. Ein geeignetes Wachsphantom ist von Heitz¹⁷⁹ angegeben worden. Bei dem großen Einfluß, welchen die Streustrahlung in der Tiefe des Strahlenkegels gewinnt, kann ein streustrahlungsarmer Luftraum in der Nähe der Meßkammer zu einer starken Unterwertung des Meßergebnisses führen. Ein weiteres störendes Moment, das besonders bei der Tiefenmessung wieder schwer ins Gewicht fällt, ist der Meßkammerträger. Dieser schirmt einen großen Teil der Streustrahlen ab und führt so bei Tiefenmessungen regelmäßig zur Unterwertung des Meßergebnisses. So ist eine absolut genaue quantitative Ionisationsmessung der Dosis in der Tiefe eines Strahlenkegels auch im exaktesten Wasserphantom unmöglich. Trotzdem sind die damit gewonnenen Meßergebnisse für die Praxis als ausreichend genau zu bezeichnen. Wir müssen immerhin bedenken, daß im menschlichen Körper selbst keineswegs die regelmäßigen und exakten physikalischen Absorptionsverhältnisse, die wir beim Wasserphantom antreffen, vorhanden sind. Die Knochen absorbieren mehr, das Fett und die Lungen wesentlich weniger als das Wasser. Wir würden eine Scheinpräzision treiben, würden wir allzu nahe und allzu ängstlich uns an die im Wasserphantom gefundenen Werte klammern (Heidenhain¹⁸⁰). Unterschiede in der P. T. I. bis zu 5% der Oberflächendosis können durch die Verschiedenheit der absorbierenden Medien im menschlichen Körper gegeben sein. Der Einfluß derselben auf die Verteilung der Wirkungs-dosis in der Tiefe ist aber praktisch genommen nicht so schwerwiegend, als dies erscheinen möchte (Mayer¹⁸¹). Unterschiede in der Winkelrichtung der Zentralstrahlen zweier Strahlenkegel zu einander um 5 Grad können zu wesentlich stärkeren Differenzen führen (siehe unten!). So erscheint heute die jontoquantimetrische Ermittlung der Oberflächenintensität und der prozentualen Tiefenintensität am Wasserphantom als das beste und praktisch-brauchbarste Meßverfahren, um dem Röntgentherapeuten diejenigen Angaben über Strahlenquantität und -qualität zu verschaffen, die für die praktische Anwendung der Röntgentherapie notwendig sind. Das Verfahren soll zweckmäßig im Sinne des Eichungsverfahrens Anwendung finden. Um sich von den vielen kleinen Irrtümern, welche dem Verfahren noch anhaften und oben geschildert sind, frei zu machen, ist es zweckmäßig, die Eichungskontrollen möglichst häufig, mindestens aber jede Woche einmal vorzunehmen und sich bei etwaigen Abweichungen zunächst an Mittelwerte zu halten.

Die räumliche Verteilung der Wirkungs-dosis.

Der in Abb. 1 dargestellte Verlauf des Intensitätsabfalls eines Strahlenkegels nach der Körpertiefe zu zeigt uns deutlich, daß es unmöglich ist, einen in der Körpertiefe liegenden Krankheitsherd mit einem einzigen Strahlenkegel in allen seinen Teilen mit der gleichen Wirkungs-dosis zu durchdringen. Dies ist nur möglich, wenn der Krankheitsherd ganz oberflächlich liegt. Dann müssen wir danach trachten, dem Strahlenkegel eine möglichst große Tiefenwirkung (P. T. I.) zu verschaffen, damit die Intensität in den oberflächlichen Schichten möglichst gleich bleibt. Man kannte früher den flachen Anfangsbuckel des Intensitätsabfalls nicht und stellte sich den Intensitätsabfall eines Strahlenkegels allgemein so vor, wie er in Abb. 1 als punktierte Linie eingezeichnet ist. Auf dieser irrtümlichen Vorstellung sind eine ganze Reihe von Bestrahlungsmethoden aufgebaut, von denen wir heute wissen, daß sie im Prinzip falsch sind und welche alle das Ziel

anstrebten, den Intensitätsabfall gerade an der Oberfläche des Körpers möglichst flach zu gestalten, so daß in der Intensität der Röntgendosen bei oberflächlichen Krankheitsherden in den ersten 2—3 cm Gewebstiefe kein zu großer Unterschied eintreten sollte. Nimmt man die ursprüngliche Vorstellung des Dosenabfalls (Abb. 1 punktierte Linie) zum Ausgangspunkt der Betrachtung, so erscheint es einleuchtend, daß man den

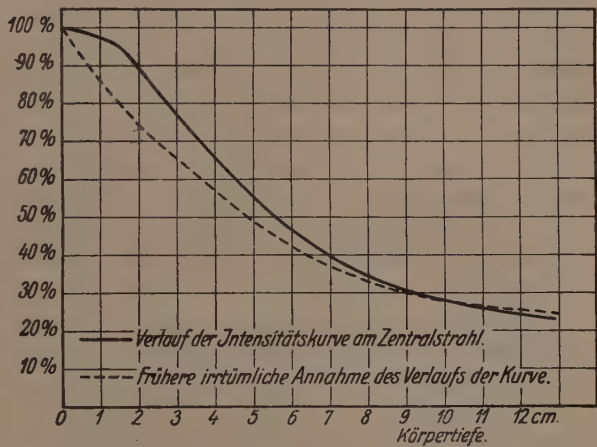


Abb. 1. Schematische Darstellung der Tiefenwirkung eines Röntgenstrahlenkegels.

steilsten Intensitätsabfall, welchen die punktierte Linie gerade in den ersten Zentimetern der Gewebstiefe aufweist, durch Vorschalten einer Gewebsäquivalentschicht (Groedel¹⁸²) oder einer Überdeckungsschicht (Dessauer¹⁸³) außerhalb des Körpers verlegen müßte, so daß die Kurve bereits einen flacheren Verlauf zeigt, wenn der Strahlenkegel in das Körpergewebe eintritt. Tatsächlich verläuft die Intensitätskurve eines Strahlenkegels aber ganz anders. Wir haben gerade in den ersten Zentimetern Gewebstiefe einen sehr flachen Verlauf, der nach 2—3 cm (im Mittel) in einen äußerst steilen Verlauf überzugehen pflegt. Verlegen wir durch eine Überdeckungsschicht die ersten 3—4 cm der Intensitätskurve außerhalb des Körpers, so erreichen wir gerade das Gegenteil von dem, was wir beabsichtigen. Wir verlegen nicht den Teil des steilsten Abfalls, sondern den Teil des flachsten Abfalls der Intensitätskurve außerhalb des Körpers und erzielen statt der angestrebten Verbesserung der Dosenhomogenität eine recht wesentliche Verschlechterung derselben. Die

Verwendung von Überdeckungsschichten muß also, soweit es sich um die Behandlung oberflächlich liegender Krankheitsherde handelt, als auf irrtümlichen Grundlagen aufgebaut abgelehnt werden!

Es ist das Verdienst von Dessauer¹⁸⁴, die Forderung einer räumlich homogenen Verteilung der Röntgendosis im ganzen erkrankten Gebiete begründet und immer wieder betont zu haben. In den ersten Jahren der Strahlentherapie versuchte man dieser Forderung nur in sehr roher Weise durch ein mehr oder weniger gefühlsmäßig durchgeführtes Kreuzfeuerverfahren nachzukommen. Man schenkte dabei nur dem Mittelpunkt des Krankheitsherdes Beachtung, auf den man die gewünschte Dosis durch verschiedene Strahlenkegel zu konzentrieren suchte. Jüngling¹⁸⁵ war der erste, der ein allgemein brauchbares Kreuzfeuersdosierungssystem aufbaute, bei welchem nicht nur den Dosenwerten im Mittelpunkt des Krankheitsherdes, sondern an sämtlichen Punkten des durchstrahlten Körperraumes Rechnung getragen wurde. Der Vorschlag, ein erkranktes Glied in ein gleichseitiges Prisma durch Kompression umzuwandeln oder durch Einbettung umzubauen und dann mit drei Strahlenkegeln, welche im Winkel von 120 Grad gegeneinander gerichtet sind, räumlich homogen zu durchstrahlen, stammt von Jüngling¹⁸⁵. Auch hat Jüngling bereits damals eine Vierfeldermethode ausgearbeitet, welche es gestattet, durch teilweises Abblenden der Bestrahlungsfelder die Gefahren der Überdosierung zu vermeiden, welche gerade bei der Überkreuzung der Randflächen zweier Strahlenkegel entstehen können (siehe Abb. 6 u. 7). Große Verbreitung hatte die von Dessauer und Vierheller¹⁸³ inaugurierte Methode der Zwei- und Vierfelderbestrahlung mit Überdeckungsschichten gefunden. Es braucht hier nicht näher auf diese Methode eingegangen zu werden, da von Friedrich und Glasser¹²⁶, von Glocker¹²⁷, von Jaeckel¹⁸⁶, vom Verfasser⁸¹ und von Gottlieb¹⁸⁷ an anderer Stelle der ausführliche Nachweis gebracht wurde, daß die Unterlagen, auf denen diese Methodik beruht, schwerwiegende Irrtümer enthalten. Es wurde oben schon erwähnt, daß der Verlauf des Intensitätsabfalls am Zentralstrahl in Wirklichkeit ganz anders ist, als man dies früher angenommen hatte und als er der Dessauer-Vierhellerschen Isodosenkurvensammlung zugrunde liegt. Daß trotzdem die praktische Anwendung dieser Methode ohne erhebliche Schädigungen möglich war, ist wohl dem Umstande zu danken, daß die Tiefenwirkung der dargestellten Strahlenkegel, ausgedrückt in prozentualen Tiefenintensitäten, in Wirklichkeit immer erheblich hinter den dargestellten Werten zurückgeblieben sein dürfte. Noch schwerwiegender sind aber die Abweichungen von den tatsächlichen Verhältnissen an den Stellen außerhalb des direkten Strahlenkegels. Ohne hier näher auf Einzelheiten eingehen zu können, soll nur erwähnt werden, daß die von Dessauer gefundenen Dosenwerte außerhalb des direkten Strahlenkegels viel zu groß angegeben sind: Die Röntgenstrahlen verhalten sich, wenn sie als abgeblendete Strahlenkegel in den Körper hineingeschickt werden, vielmehr durchaus nicht anders, als es Lichtstrahlen tun, welche in ein trübes Medium dringen. Der direkte Strahlenkegel bleibt relativ stark erhalten und ist nur von einem ganz schwachen birn- oder glockenförmigen Streustrahlenmantel umgeben. Verfasser¹²⁸ konnte den Nachweis erbringen, daß die Dosenwerte dieses Streustrahlenmantels so gering sind, daß sie weder eine Gefahrenquelle bilden noch irgendwie therapeutisch verwendet werden könnten. Jeder Versuch, die Streustrahlung außerhalb des direkten Strahlenkegels praktisch auszunützen,

kann nur auf irrtümlichen Vorstellungen aufgebaut sein und muß daher zu falschen Ergebnissen führen. Wir können den gesamten Streustrahlenmantel, welcher einen abgeblendeten Strahlenkegel umgibt, praktisch vollkommen vernachlässigen, ohne dabei die geringsten Gefahren befürchten zu müssen. Nur die Wirkung, welche durch den direkten Strahlenkegel ausgelöst wird, ist beachtenswert und nur der direkte Strahlenkegel kann Veranlassung zu therapeutischen Irrtümern und Gefahren geben, vorausgesetzt, daß der direkte Strahlenkegel genügend sicher abgeblendet ist und der ganze Körper mit Ausnahme des Bestrahlungsfeldes vor etwa eintretenden Röntgenstrahlen sicher geschützt wurde. Über den geeigneten Strahlenschutz zur wirksamen Abblendung des Strahlenkegels wird weiter unten noch ausführlich die Rede sein.

Um die Intensitätsverteilung eines oder mehrerer Strahlenkegel dem plastischen Vorstellungsvermögen des Röntgenarztes näherzubringen, hat Verfasser¹⁸⁸ seinen Felderwähler konstruiert, der in der Literatur ausführlich beschrieben wurde und im Prinzip als bekannt vorausgesetzt werden muß. Auf durchsichtigen Gelatinefolien sind die Intensitäten des Röntgenlichtes in Farbwerten quantitativ genau wiedergegeben. Durch eine einfache kolorimetrische Messung kann man jederzeit leicht den an irgendeiner Stelle vorhandenen Farbwert, d. h. die ihm korrespondierende Röntgendosis feststellen. Das Ablesen dieses Farbwertes macht keine Schwierigkeiten. Irrtümer sind dabei nur möglich, wenn der Leuchtfleck der Kolorimeterlampe nicht exakt auf die Lichtintensität des Felderwählerschaukastens abgestimmt wurde. Dagegen müssen bei der Verwendung der Schablonen einige spezielle Gesichtspunkte zur Vermeidung von Irrtümern Beachtung finden. Abb. 2 stellt eine solche Schablone, welche an einen Körperquerschnitt angelegt ist, dar. Es konnten nicht für jede mögliche Oberflächenbelastung verschiedene Schablonen angefertigt werden, da die dadurch bedingte Variation mehrere tausend Schablonen notwendig machen würde. Es mußte deshalb ein Kompromiß gefunden werden, der es gestattet, auch bei der Verwendung niedriger Dosenwerte sich der Schablonen zu bedienen, welche die höheren Dosenwerte wiedergeben. Eine ganz einfache Lösung ist dadurch gegeben, daß man die erreichten Dosenwerte entsprechend dividiert. Wenn man z. B. eine Wirkungs-dosis von 50% der H. E. D. benötigt, so wählt man einen Plan, bei dem man die Dosis 100% auskolorimetriert oder, wenn man die Dosis 60% benötigt, so kolorimetriert man die Dosis 120% und dividiert dann die ermittelten Bestrahlungszeiten durch 2. Dadurch hat man in einfacher Weise die Dosis auf die Hälfte reduziert und hat zudem den Vorteil, die Exaktheit der Dosierung gesteigert, in diesem Falle verdoppelt zu haben. Deshalb ist die Division eines Bestrahlungsplanes mit dem bewußten Ziel der Reduktion der Wirkungs-dosen immer statthaft, wo die Bedingungen dafür gegeben sind. Es wäre dagegen ein verhängnisvoller Irrtum, wollte man umgekehrt bei der Benötigung höherer Dosenwerte eine Multiplikation des Bestrahlungsplanes vornehmen, denn die Multiplikation vermindert in diesem Falle die Exaktheit der Dosierung in demselben Maße, wie die Division des Bestrahlungsplanes die Exaktheit vermehrt.

Bisweilen macht es sich aber notwendig, die Oberflächenbelastung eines einzelnen Feldes zu reduzieren, während andere Felder des Bestrahlungsplanes eine volle Belastung erhalten. Dem müssen die Felderwählerschablonen auch Rechnung tragen. Würde die Intensitätskurve am Zentralstrahl im logarithmi-

schen Raster als gerade Linie verlaufen, so wäre dies einfach dadurch möglich, daß man die Schablone über die Körperkontur hinauszieht bis zu der Stelle, welche den Farbwert anzeigt, auf den die Dosis reduziert werden soll. Da aber, wie bereits oben erwähnt, die Intensitätskurve am Zentralstrahl auch im logarithmischen Raster einen flachen Anfangsbuckel zeigt, (siehe Abb. 1), ist dieser einfache Weg nicht gangbar. Wir müssen uns deshalb einiger Hilfszahlen bedienen, welche uns die nötige Reduktion der Dosis anzeigen. Diese sind links

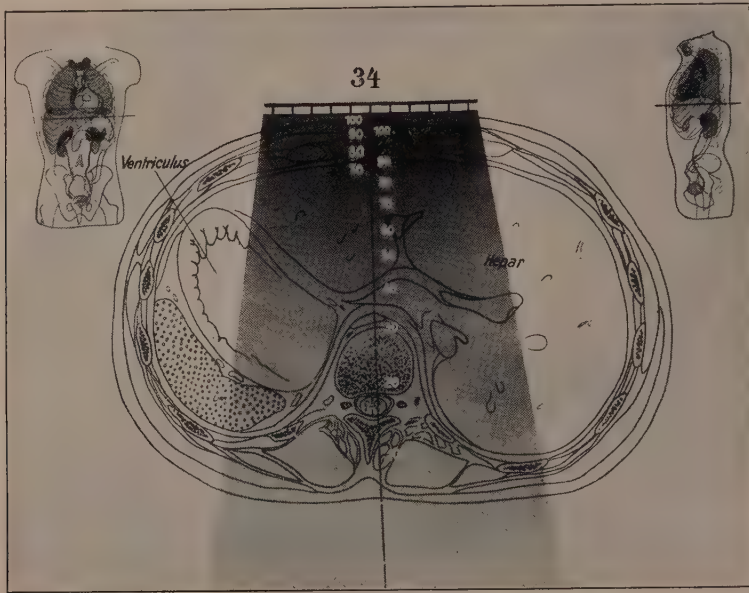


Abb. 2. Darstellung einer an einen Körperquerschnitt gelegten Felderwählerschablone. Die Kopfzahl 34 gibt die prozentuale Tiefenintensität des dargestellten Strahlenkegels an. Die Zahlen rechts vom Zentralstrahl entsprechen den an dieser Stelle vorhandenen Dosenwerten. Die Verschiebungszahlen links vom Zentralstrahl dienen lediglich zur Ermittlung der notwendigen Oberflächenbelastung (Hautdosis). Die Verschiebungszahl, welche eben über die Körperkontur hinausragt, gibt die erforderliche Hautdosis in Prozenten der H. E. D. an. In diesem Falle muß also die Haut mit 100% der H. E. D. belastet werden.

vom Zentralstrahl als sog. Verschiebungszahlen aufgedruckt und sie geben uns lediglich die notwendige Oberflächenbelastung für den betreffenden Strahlenkegel an, d. h. diejenige Zahl, welche die Körperkontur überragt, gibt die Oberflächenbelastung in Prozenten der H. E. D. an. Es ist klar, daß ein solcher Kompromiß nur bedingte Gültigkeit hat, so daß wir nur innerhalb weniger Prozente von diesen Verschiebungszahlen Gebrauch machen können. Wir haben deshalb außer den mit der vollen H. E. D. angefärbten Schablonen noch einen zweiten Satz mit 75% der H. E. D. anfärben lassen mit der Maßgabe, daß die voll angefärbten Schablonen nur für die Reduktion der Oberflächenbelastung von 100—80% in Betracht kommen und der zweite Satz der Schablonen für die Reduktion der Oberflächenbelastung von 75—60% zu gebrauchen ist. Für weitere Reduktionen kann man sich jederzeit der Division des gesamten Bestrahlungsplanes bedienen. Macht man aber von der Anwendung der Verschiebungszahlen

Gebrauch, so muß man sich darüber klar sein, daß die Farbwerte der betreffenden Schablone in den ersten drei Zentimetern Körpertiefe nicht mehr exakt, sondern nur noch annähernd mit den entsprechenden Röntgendosen korrespondieren. Ein exakter Vergleich der Dosen ist dann erst wieder in größerer Tiefe, d. h. von etwa 3 cm Tiefe abwärts, möglich (siehe Abb. 3). Mit dieser einzigen Einschränkung aber sind die Angaben des Felderwählers stets äußerst exakt auszuwerten und geben uns in äußerst deutlicher Weise Aufschluß über die In-

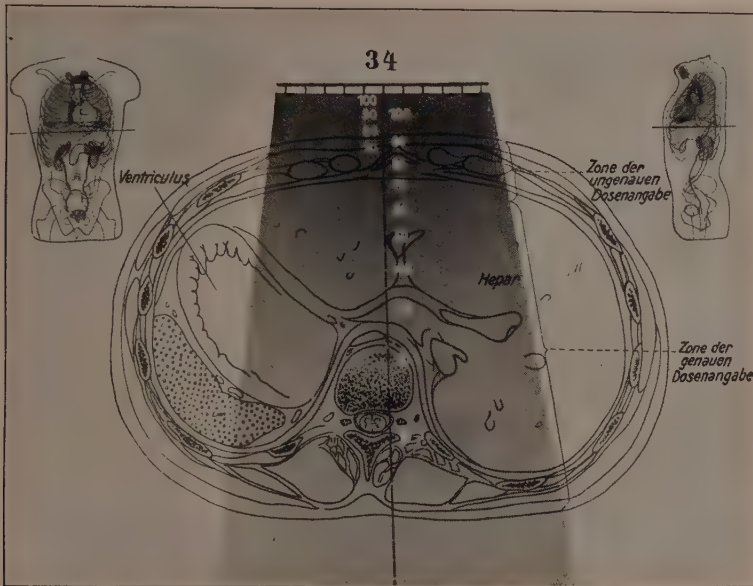


Abb. 3. Darstellung der gleichen Felderwählerschablone am gleichen Querschnitt wie in Abb. 2. Die Schablone ist jedoch hier ein wenig über die Körperkontur herausgezogen. Dadurch entsteht an allen Stellen eine Reduktion der vorhandenen Wirkungs-dosis. Wir finden über die Körperkontur herausragend die Verschiebungszahl 80. Das bedeutet, daß das Hauptfeld mit 80% der H. E. D. belastet werden soll. Die durch die Verschiebung bedingte Zone der ungenauen Dosenangabe sowie die Zone der genauen Dosenangabe, innerhalb welcher die Felderwählerangaben wieder unbedingte Gültigkeit haben, sind eingezeichnet.

tensitätsverteilung in der Körpertiefe, besonders bei dem Zusammenwirken mehrerer Strahlenkegel. Die Veranschaulichung mit Hilfe des Felderwählers läßt hier am leichtesten die große Zahl der Irrtümer vermeiden, die durch fehlerhafte Zusammenwirkung der einzelnen Strahlenkegel des Bestrahlungsplanes entstehen können.

Die Kreuzfeuerdosierung.

Die Gefahr von Irrtümern und dadurch bedingten Fehldosierungen häuft sich erst, wenn wir von der Bestrahlung mit einem Strahlenkegel zur Verwendung mehrerer Strahlenkegel d. h. zur Kreuzfeuertechnik übergehen. Es ist hier nicht der Raum, um den logischen Aufbau der allgemeinen Gesetze

zu skizzieren, welche für die taktisch richtige Anlegung eines Bestrahlungsplanes mit Kreuzfeuertechnik maßgebend sind. Es sei diesbezüglich auf die einschlägigen Lehrbücher verwiesen¹⁸⁹. Wir wollen im folgenden nur diejenigen Bedingungen herausgreifen, die bei geringen Abweichungen zu schweren Überdosierungen und Irrtümern Veranlassung geben können. Betrachten wir in Abb. 4 das Zusammenwirken zweier Strahlenkegel, deren Achsen einen ziemlich spitzen Winkel zueinander bilden, so sehen wir, daß an der Überkreuzungsstelle der inneren Kanten die stärkste Dosenanhäufung stattfindet. Verschiebt man einen dieser Strahlenkegel parallel mit sich nur um wenige Millimeter, so

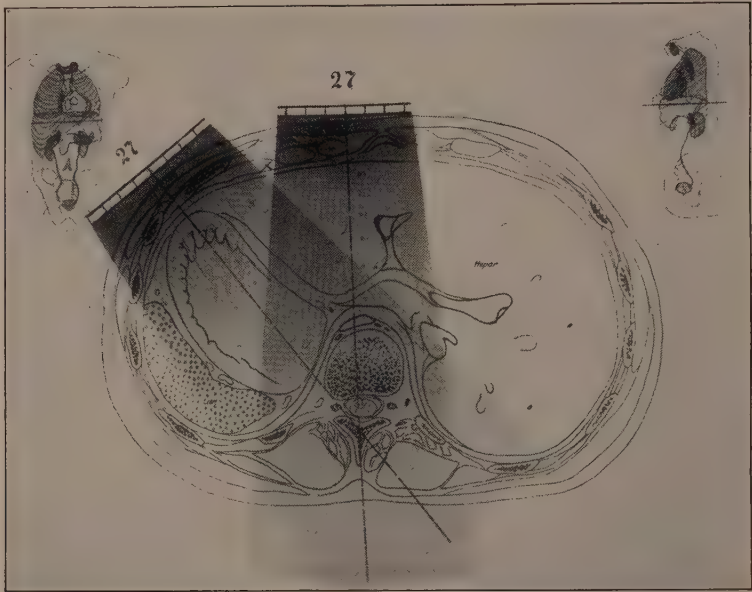


Abb. 4. Zusammenwirken zweier Strahlenkegel im spitzen Winkel. Die mit \times bezeichnete Stelle ist am stärksten gefährdet.

kann sich die Dosisanhäufung verdoppeln, ja unter Umständen sogar verdreifachen (Abb. 5). Schwerste Verbrennungen müssen die Folge sein. Das Verhältnis wird wesentlich günstiger, wenn die Achsen dieser beiden Strahlenkegel zueinander einen weniger spitzen Winkel bilden. Aus den beiden Abb. 6 u. 7 ist erkenntlich, daß in solchen Fällen eine leichte Parallelverschiebung der Felder keine so krassen Unterschiede in der Dosenanhäufung an den inneren Kanten der Strahlenkegel zur Folge hat. Ganz vermeiden läßt sich aber die Möglichkeit zu derartig gesteigerter Dosenanhäufung und den dadurch bedingten Dosierungsirrtümern erst, wenn man die Achsen der beiden Strahlenkegel in einem stumpfen Winkel gegeneinander richtet. Dann verteilt sich die Dosis in dem Überkreuzungsraum der beiden Strahlenkegel sehr viel gleichmäßiger und Verschiebungen der Strahlenkegel zueinander parallel zu ihrer Achse verursachen nur geringfügigere Änderungen der Wirkungs-dosis (Abb. 8 u. 9). Man kann ganz allgemein sagen, daß der sicherste Weg zur Vermeidung von Über-

dosierungen infolge Überschneidung darin besteht, daß man die Achsen der Strahlenkegel nicht im spitzen, auch nicht im rechten, sondern im stumpfen Winkel im Kreuzfeuerverfahren gegeneinander richtet. Ist man aber im Einzelfall gezwungen, die Achsen der Strahlenkegel im spitzen Winkel gegeneinander zu richten, so erfordert die Einstelltechnik eine ganz besondere Sorgfalt, um Schädigungen zu vermeiden.

Die klassische Methode des „Röntgenwertheim“ nach Seitz und Wintz¹⁰⁸ und die klassische Vierfelderkastrationsmethode dieser Autoren bringt in erhöhtem Maße die Gefahr der Dosenanhäufung an den inneren Kanten der

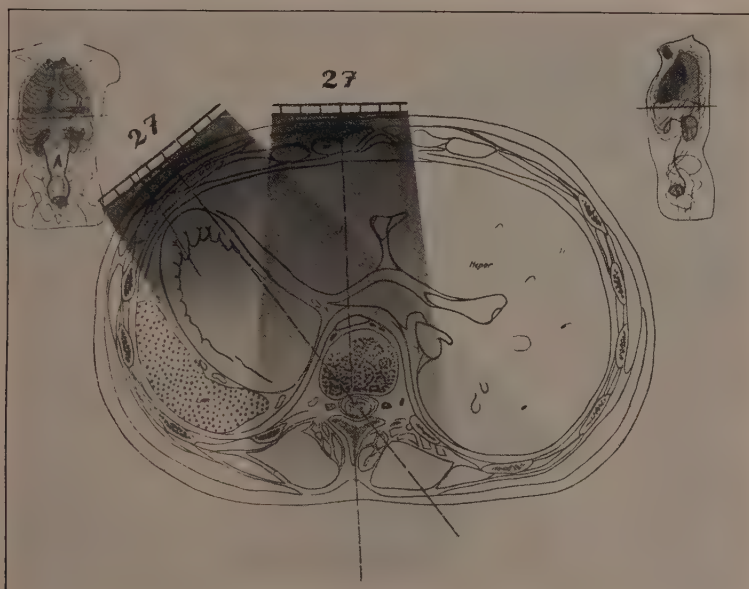


Abb. 5. Eine geringe Parallelverschiebung des einen Strahlenkegels (siehe Abb. 4) muß zwangsläufig zu einer Verbrennung der in Abb. 4 mit \times bezeichnete Stelle führen.

Strahlenkegel mit sich. Wintz¹⁹⁰ legt deshalb ganz besonderen Wert auf eine vorsichtige Einstelltechnik und hat es erst kürzlich unternommen, die Einstelltechnik in einem besonderen Atlas¹⁹¹ zu schildern. Trotzdem sind die Methoden nicht frei von Röntgenschädigungen, und es mehren sich in letzter Zeit die Fälle, in denen mit zunehmender Verbreitung dieser Methoden Röntgenschädigungen des Darmes und der Blase beobachtet sind. Die folgenden Abbildungen sollen die verschiedenen Entstehungsmöglichkeiten dieser Schädigungen kurz erläutern: Zunächst die klassische Röntgenkastration nach Seitz und Wintz. Das Bild der Dosenverteilung bei der nach der Vorschrift der Autoren durchgeführten Kastration ist in Abb. 10 wiedergegeben. Man sieht daraus ohne weiteres, daß die Zentralstrahlen sämtlicher vier Strahlenkegel eine Spur nach lateral divergieren. Dadurch wird verhindert, daß die inneren Kanten der rechten und linken Felder sich in der Tiefe überkreuzen können. Eine geringe Änderung in der Lateralwinkelung des Zentralstrahles eines oder zweier Felder genügt, um eine verhängnisvolle Überschneidung herbeizuführen (Abb. 11). Sind die Winkel

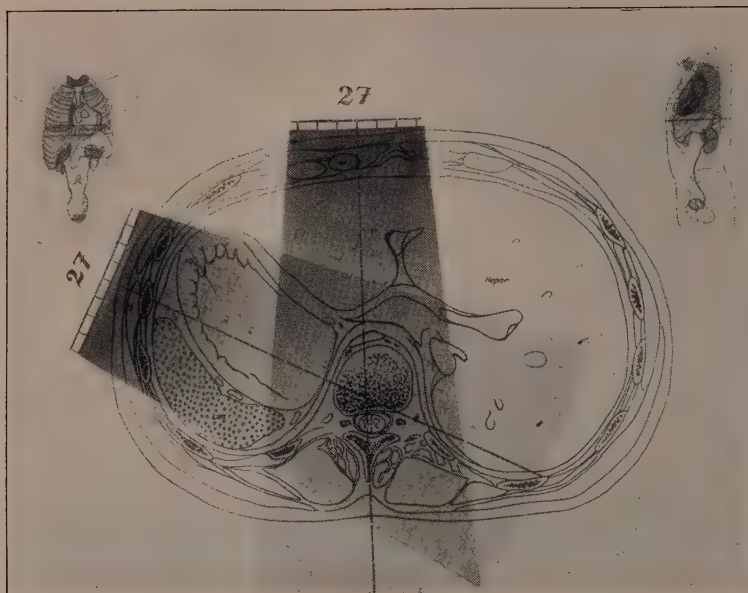


Abb. 6. Zusammenwirken zweier Strahlenkegel in mäßig spitzem Winkel. Dicht unter der mit \times bezeichneten Stelle ist die größte Dosenanhäufung vorhanden.

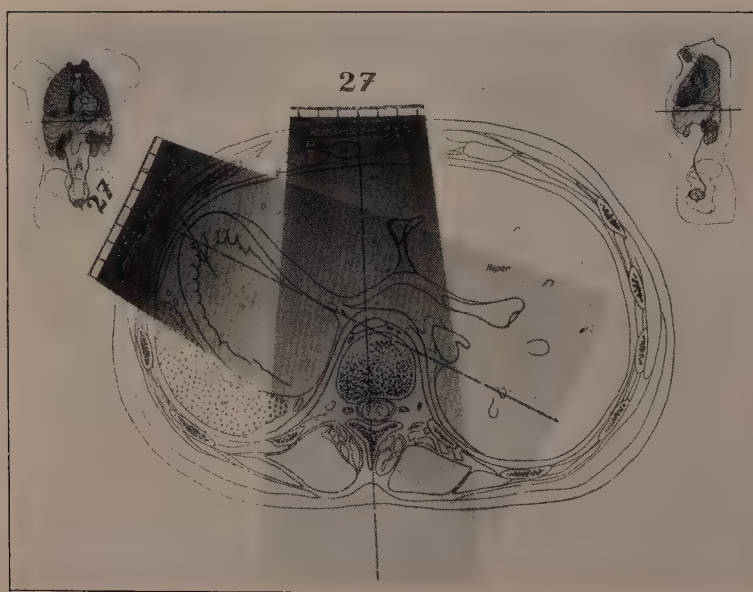


Abb. 7. Dieselben Strahlenkegel wie in Abb. 6. Der seitliche Strahlenkegel ist ein wenig parallel mit sich selbst nach vorn verschoben. Die Dosenanhäufung an der gefährdeten Stelle (\times) wird bereits gefährlich, wenn auch nicht so katastrophal wie in Abb. 5.

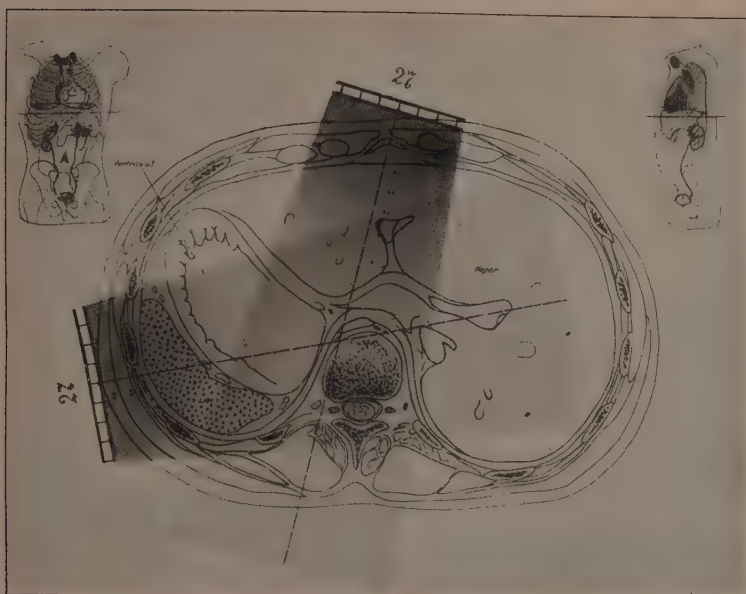


Abb. 8. Zusammenwirken zweier Strahlenkegel im stumpfen Winkel. Eine durch Überkreuzung besonders gefährdete Stelle ist dabei nicht vorhanden.

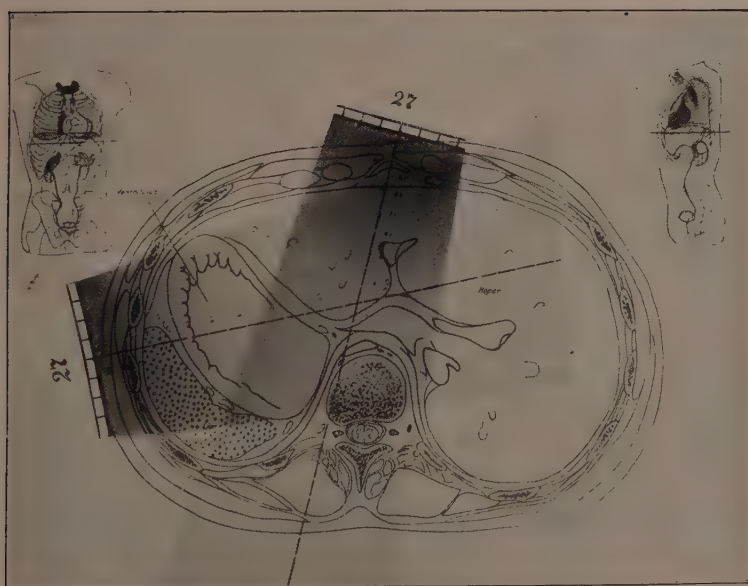


Abb. 9. Dieselben Strahlenkegel wie in Abb. 8. Der seitliche Strahlenkegel ist erheblich nach vorn verschoben, ohne daß dadurch irgendwo eine gefährliche Dosenanhäufung entsteht.

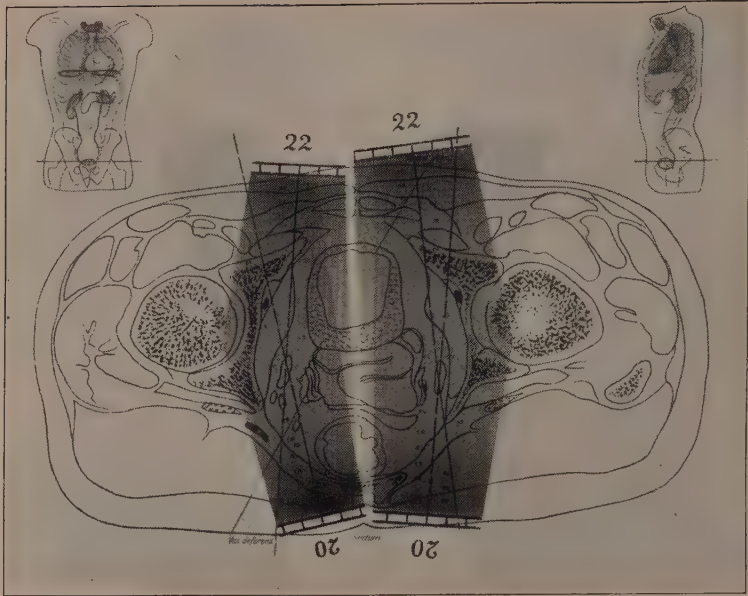


Abb. 10. Dosenverteilung bei der klassischen Vierfelderkastration nach Seitz und Wintz. Unwillkommene Überschneidungen können nur vermieden werden, wenn die Achsen der einzelnen Felder in bestimmtem Winkel nach außen divergieren.

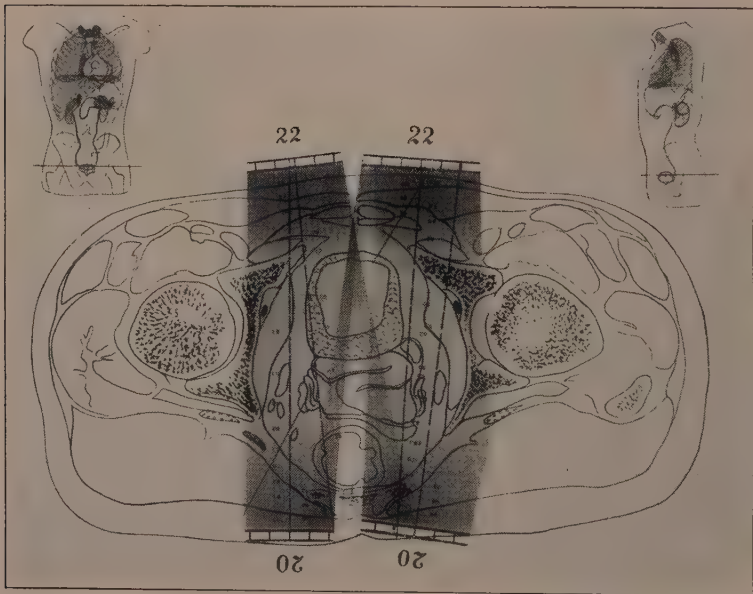


Abb. 11. Dosenverteilung bei der klassischen Vierfelderkastration nach Seitz und Wintz. Ungenaue Einstellung einzelner Felder (Konvergenz der Achsen) führt zu gefährlichen Überschneidungen.

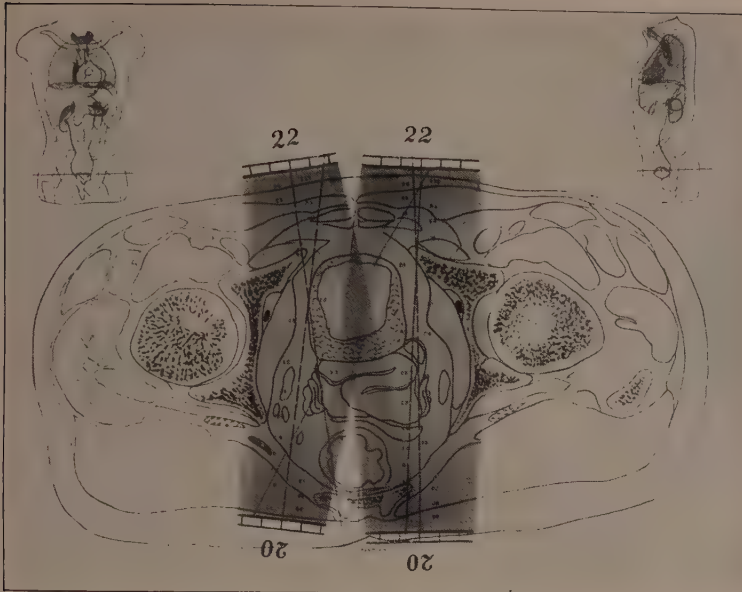


Abb. 12. Dosenverteilung bei der klassischen Vierfelderkastration nach Seitz und Wintz. Ungenaue Einstellung aller Felder (geringe Konvergenz der Achsen) muß eine schwere Röntgenschädigung verursachen. In diesem Falle ist zufällig die Harnblase von der Schädigung betroffen.

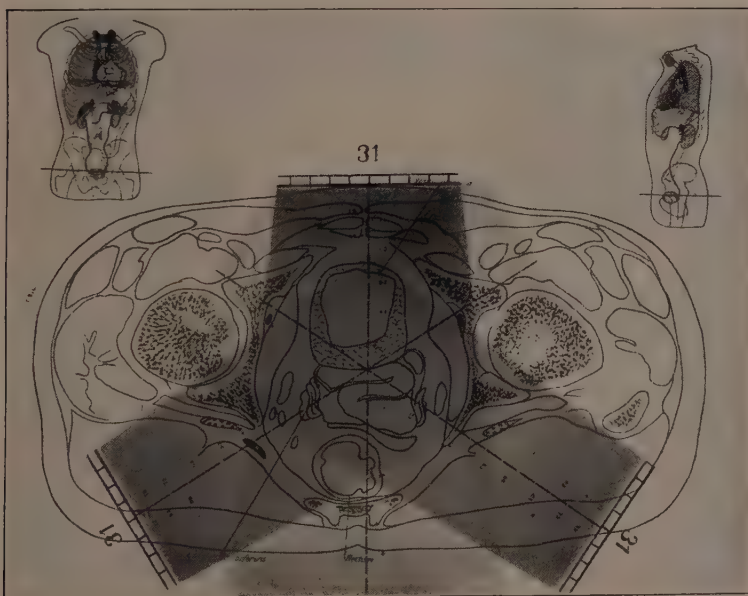


Abb. 13. Dosenverteilung bei der Dreifelderkastration (Vorschlag des Verfassers). Eine unzuweckmäßige Strahlenkegelüberschneidung ist dabei ausgeschlossen. Zudem kommt die stärkste Dosis an den Ovarien und nicht an den überdeckenden Geweben zur Wirkung.

von drei oder vier Feldern falsch gewählt, so kann sich die Dosis an der Überkreuzungsstelle um das Dreifache vermehren und eine Verbrennung ist unausbleiblich (Abb. 12). Die richtige Winkelung der Felder ist deshalb bei der klassischen Vierfelderkastration nach Seitz und Wintz ausschlaggebend für die Vermeidung von Darm- und Blasenschädigungen. Aber selbst eine ganz exakt durchgeführte Röntgenkastration nach dieser Methode bietet keinen absoluten Schutz vor einer derartigen Überdosierung. Wir müssen immer bedenken, daß die Darmschlingen eine relativ große Bewegungsfreiheit innerhalb des Körperquerschnittes haben, und es ist sehr gut möglich, daß eine Darmschlinge in der Nähe der Mittellinie während der Verabfolgung des rechten Feldes zufällig ein

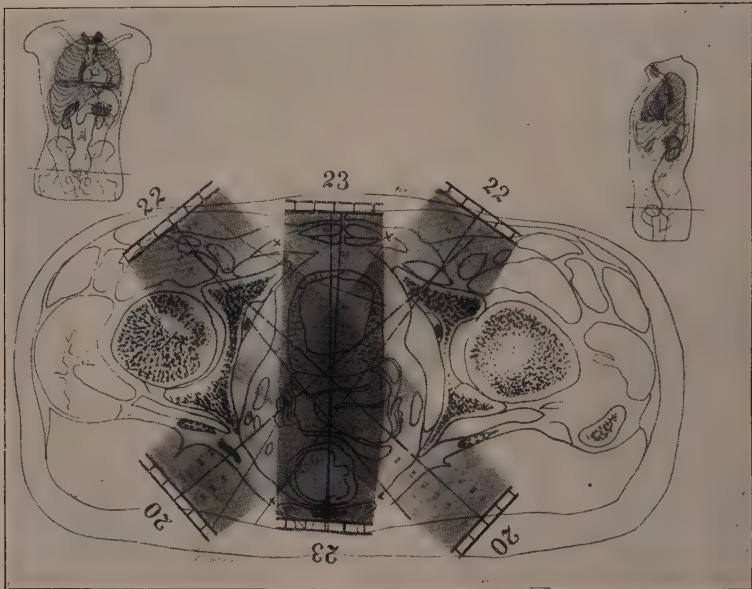


Abb. 14. Dosenverteilung bei der klassischen Uteruskarzinombestrahlung nach Seitz und Wintz („Röntgenwertheim“). Die mit \times bezeichneten Stellen sind durch Ungenauigkeiten in der Einstellung am meisten gefährdet.

wenig rechts gelagert ist und von diesem Strahlenkegel die volle Dosis der entsprechenden Tiefe erhält und daß diese selbe Darmschlinge eine halbe Stunde später bei der Verabfolgung des linken Strahlenkegels zufällig nach links wandert und hier zum zweiten Male die volle Dosis erhält. Im Erfolg ist dies dasselbe, als ob die Strahlenkegel unzweckmäßig gegeneinander gewinkelt gewesen wären. Man kann diese Gefahr zwar außerordentlich einschränken, wenn man die Bauchfelder mit möglichst starker Kompression gibt und dadurch gewissermaßen die Därme der bestrahlten Seite nach der anderen Seite hin abzurängen sucht. Ein absolut sicheres Mittel zur Verhütung einer unwillkommenen Doppelbestrahlung einer Darmschlinge ist aber auch die Kompression nicht! Nimmt man dagegen die Kastration mit drei Feldern vor, welche im stumpfen Winkel gegeneinander geneigt sind, etwa wie in Abb. 13 dargestellt, so wird die Gefahr der Doppelbestrahlung absolut sicher vermieden. Ein derartiges Vorgehen hat

weiterhin den Vorteil, daß allein das kleine Becken mit der für die Kastration nötigen Dosis durchstrahlt wird, während die anderen Teile des Körpers keine stärkeren Dosen absorbieren. Vergleichen wir die Abb. 10 mit der Abb. 13, so fällt ohne weiteres auf, daß in Abb. 10 die schwächste Dosis am Erfolgsorgan, d. i. an den Ovarien und die stärkste Dosis in den überliegenden Geweben zur Wirkung kommt, während in Abb. 13 die stärkste Dosis am Erfolgsorgan und die schwächste Dosis an den überliegenden Geweben zur Wirkung kommt. Da man bei der Kastration niemals mit der Dosis über 50% der H. E. D. hinaufgeht, so ist bei der Verwendung der Dreifeldermethode zur Kastration im Sinne der Abb. 13 überhaupt keine Gefahr einer Überdosierung vorhanden. Ein weiterer

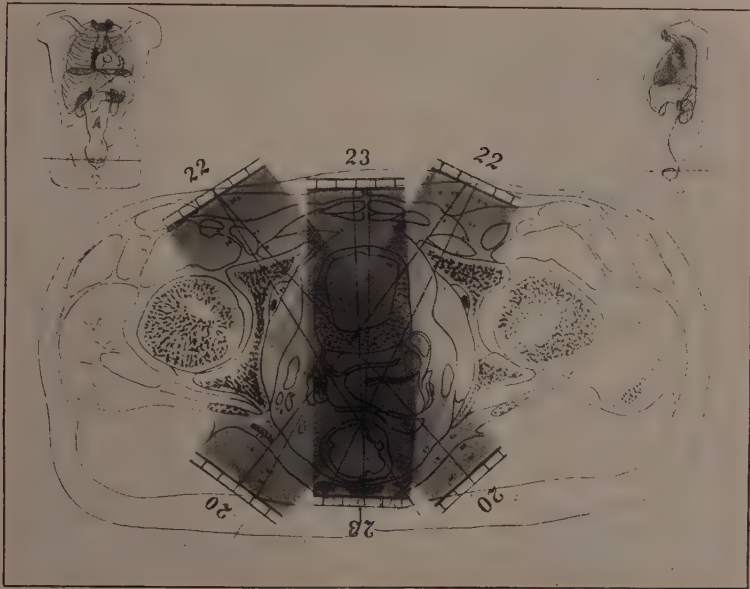


Abb. 15. Dosenverteilung beim „Röntgenwertheim“ mit ungenauer Einstellung der einzelnen Felder. Die Verbrennungsgefahr an den Überkreuzungsstellen ist ohne weiteres verständlich.

Vorteil eines derartigen Vorgehens besteht darin, daß in diesen Fällen die Haut überhaupt nicht bis zur Erythemdosis belastet wird und deshalb das lästige Jucken und die psychisch unangenehm empfundene Pigmentation der Bestrahlungsfelder ganz ausbleibt. Allerdings braucht man zur befriedigenden Durchführung eines derartigen Bestrahlungsplanes höhere Strahlenqualitäten, als sie uns zur Zeit der Einführung der klassischen Vierfelderkastration zur Verfügung standen.

Beim klassischen „Röntgenwertheim“ ist die Gefahr der Überschneidung zweier Strahlenkegel noch sehr viel größer, als bei der Kastration, wie ein Blick auf Abb. 14 u. 15 ohne weiteres erklärt. Dazu kommt daß sich die Überkreuzungsgefahr bei den beiden für die Parametrien notwendigen Serien wiederholt und infolgedessen mit der Gefahr der Kumulationsschädigung potenziert. Die nach dieser Methode bisweilen beobachteten Darmschädigungen

sind wohl auch der Hauptgrund dafür gewesen, daß die Originalmethode trotz der guten, positiven Ergebnisse gegenüber dem Uteruskarzinom doch sehr bald wieder verlassen bzw. modifiziert wurde, nachdem die weitere Steigerung der Durchdringungsfähigkeit des einzelnen Strahlenkegels eine solche Modifikation gestattete. Der Hauptvorteil der Steigerung der Durchdringungsfähigkeit der einzelnen Strahlenkegel liegt in der Möglichkeit, mit einer geringeren Zahl von Strahlenkegeln auszukommen und dadurch die Winkel zwischen den einzelnen Strahlenkegelachsen stumpfer wählen zu können. Die beste theoretische Möglichkeit

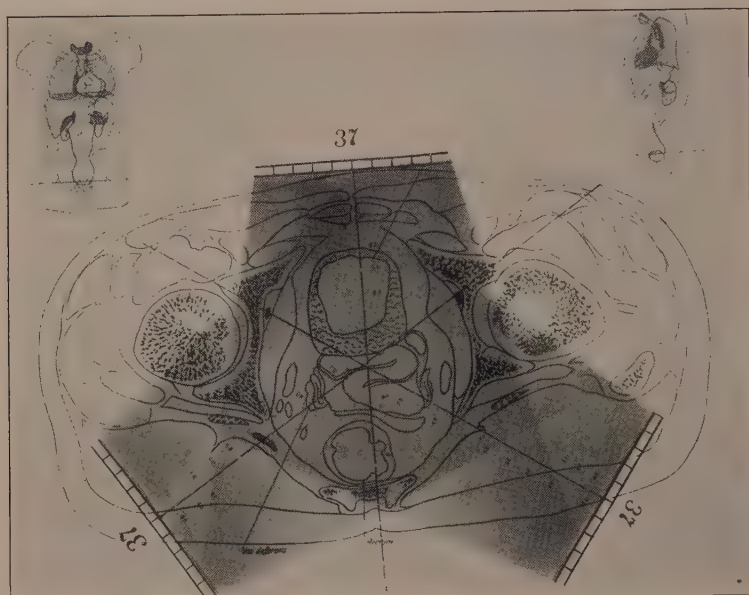


Abb. 16. Dosenverteilung bei der Bestrahlung des Uteruskarzinoms mit vier Feldern, deren Zentralstrahlen mit den Achsen eines Tetraeders zusammenfallen. (Vorschlag des Verfassers.) Das Dammfeld ist nicht dargestellt. Die drei dargestellten Felder müssen aus der Ebene des dargestellten Querschnitts nach unten, d. h. dem Dammfeld entgegen gesenkt werden. Siehe Abb. 17.

der Bestrahlung eines Uteruskarzinoms liegt in der Anwendung von vier Feldern, deren Achsen mit den Achsen eines Tetraeders zusammenfallen. Abb. 16 u. 17 illustrieren diesen Weg. Dabei wird zweckmäßig ein Feld vom Damm her angesetzt, diesem neigen sich die anderen drei Felder trichterförmig entgegen. Eines mit Neigung ins kleine Becken unter starker Ausnützung der Bauchdeckenkompression von vorn und zwei von schräg hinten oben in ähnlicher Neigung rechts und links vom Kreuzbein, so daß diese Strahlenkegel noch die gesamten parasakralen Drüsen mit erfassen. Wir pflegen mit Erfolg seit langem in fast gleicher Weise, nur ein wenig mehr nach hinten konzentriert, das Karzinom des Mastdarms zu behandeln und haben Nachteile von dieser Methode bisher nicht beobachtet.

Man soll im allgemeinen dafür sorgen, daß niemals eine Hautstelle gleichzeitig als Einfallspforte eines Strahlenkegels und als Ausfallspforte eines anderen

Strahlenkegels belastet wird. Man kann diese Forderung immer erfüllen, wenn es sich um die Bestrahlung von relativ zentral in der Mitte des Körpers gelegenen Krankheitsherden handelt. Liegen die Krankheitsherde aber stärker an der Körperoberfläche oder liegen sie in den Gliedmaßen, am Halse oder sonst an Stellen, welche einen geringen Körperquerschnitt haben, so ist ein gegenseitiges Ausweichen der einzelnen Strahlenkegel unmöglich. Dann muß man in vielen Fällen ganze Bezirke der Körperoberfläche gleichzeitig als Einfallsfeld und Ausfallfeld belasten. Es ist ein äußerst schwerer Fehler, wenn man

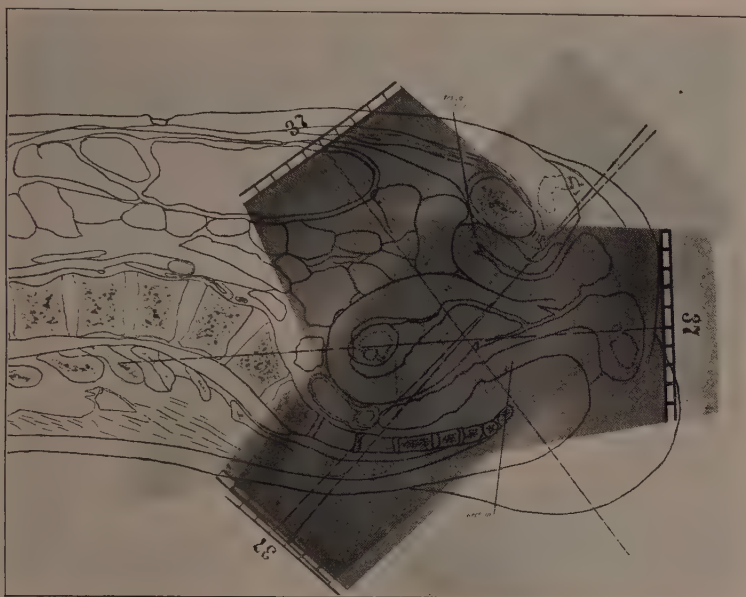


Abb. 17. Dosenverteilung (im Sagittalschnitt) bei der Bestrahlung des Uteruskarzinoms mit vier Feldern, deren Zentralstrahlen mit den Achsen eines Tetraeders zusammenfallen (Vorschlag des Verfassers). Die beiden rückwärts von den Gesäßbacken rechts und links her angesetzten Strahlenkegel ragen mit ihren Köpfen aus der Ebene des Sagittalschnitts heraus. Die scheinbare Dosenanhäufung in der Kreuzbeingegend entspricht deshalb nicht den Tatsachen. Die richtige Dosensummutation an dieser Stelle läßt sich auf Abb. 16 leicht erkennen.

in diesen Fällen die ausfallende Dosis bei der Festsetzung der Belastung des Einfallsfeldes nicht genügend berücksichtigt. Eine unangenehme Dosenanhäufung kann zu stärkerer Reaktion und zu schweren Schädigungen führen. Dabei muß hervorgehoben werden, daß besonders das Lungengewebe, aber auch andere lufthaltige Partien (z. B. Kehlkopf!) dem Durchgang der Röntgenstrahlen geringeren Widerstand entgegensetzen als der Durchschnitt der übrigen Körpergewebe. Wir müssen also bei der Auskalkulation der Dosis auf der Grundlage von Wasserphantommessungen in diesen Fällen eine nicht unbedeutende Erhöhung der Tiefenwirkung über die Norm hinaus einschätzen.

Unebenheiten der Körperkonturen gleicht man zweckmäßig durch Auflagerung von gewebsäquivalenten Stoffen aus, um Irrtümer in der Dosierung zu vermeiden. Für die Bestrahlung von Gelenken sei diesbezüglich besonders

auf die Arbeiten von Jüngling¹⁹² über den Umbau von Gelenken mit Bolus-säckchen, Radioplastin oder dgl. hingewiesen. Handelt es sich um den Ausgleich grober Körperkonturen, so hat sich bei uns am zweckmäßigsten die Verwendung von Bolussäckchen bewährt. Kommt es dagegen auf die Einebnung feinerer Konturunterschiede (Ohrmuschel, Zwischenfalten zwischen Fingern u. dgl.!) an, so erscheint die Verwendung des Radioplastin Jüngling als das sicherste Mittel zur Vermeidung von Dosierungsirrtümern.

Jaeckel und Sippel¹⁹³ haben auf eine besondere Form von Überdosierung hingewiesen, welche auch wir früher häufig beobachtet haben. Wenn in der Kontur der Körperoberfläche plötzlich eine tiefe Eindellung entsteht, wie

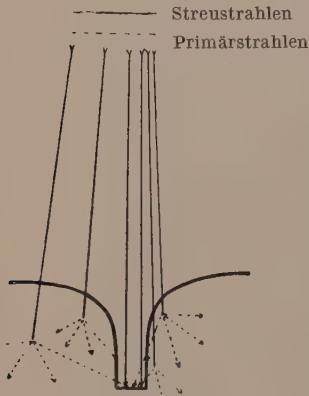


Abb. 18. Schematische Darstellung der Gefahrenquelle, welche durch die Bestrahlung einer Körperrinne bedingt ist. Entnommen aus Jaeckel und Sippel: Über die Konzentration der Röntgendosis und die Erhöhung des Dosenquotienten durch Streustrahlung. M. m. W. 1921 S. 604.

z. B. die Rima ani eine solche darstellt, so kann ein auf diese Stelle gerichteter Strahlenkegel die Oberfläche dieser Bucht mit annähernd der gleichen Strahlenintensität treffen wie die Oberfläche der höheren, vorgewölbten Körperteile. Durch die tiefere Lage dieser Bucht erhält dieselbe außerdem von beiden Seiten unter Umständen gerade das Maximum der Streuzusatzdosis. Dieses Maximum trifft natürlich auch rechts und links von der Bucht die Körperstellen gleicher Tiefenlage, aber hier hat die Gesamtdosis bereits einen merklichen Absorptionsverlust erlitten, der durch die Streuzusatzdosis gerade eben wieder ausgeglichen wird. In der Bucht selbst aber hat noch keine Absorption der Dosis durch überliegende Schichten stattgefunden. Hier kommt zu der normalen Intensität der Oberflächenbelastung noch das Maximum der Streuzusatzdosis (Abb. 18). Infolgedessen ist gerade in derartigen Buchten die Gefahr einer Röntgenverbrennung außerordentlich groß. Man muß dieser Gefahr stets durch den Ausgleich solcher Buchten begegnen. Am menschlichen Körper kommen im wesentlichen

folgende Buchten vor, auf welche in diesem Sinne besonders geachtet werden muß: die Rima ani, die Achselhöhlen bei anliegendem Arm, die Zwischenzehenfalten und die Zwischenfingerfalten. Bei der Rima ani und bei der Achselhöhle genügt der Ausgleich der Bucht mit einer zusammengefalteten Lage feuchten Zellstoffes. Bei den Zwischenzehen- und Zwischenfingerfalten dagegen empfiehlt es sich, die Oberfläche stets sehr sorgfältig durch Radioplastineinlagen einzuebnen.

Damit sind kurz die Richtlinien skizziert, deren Befolgung die Gefahren der örtlichen Überdosierung außerordentlich einschränkt. Es kann aber heute als allgemein anerkannt gelten, wenn man zu der Forderung der Vermeidung örtlicher Überdosierungen noch die Forderung der Einschränkung der Gesamtdosen hinzufügt. Die Verwendung sehr großer Hautfelder führt zur Durchstrahlung riesiger Körpervolumina. Dadurch erhöht sich noch naturgemäß die toxische Allgemeinwirkung der Röntgenstrahlen. Es muß aber unser Bestreben sein, die örtliche Wirkung der Röntgenstrahlen soweit als möglich in den

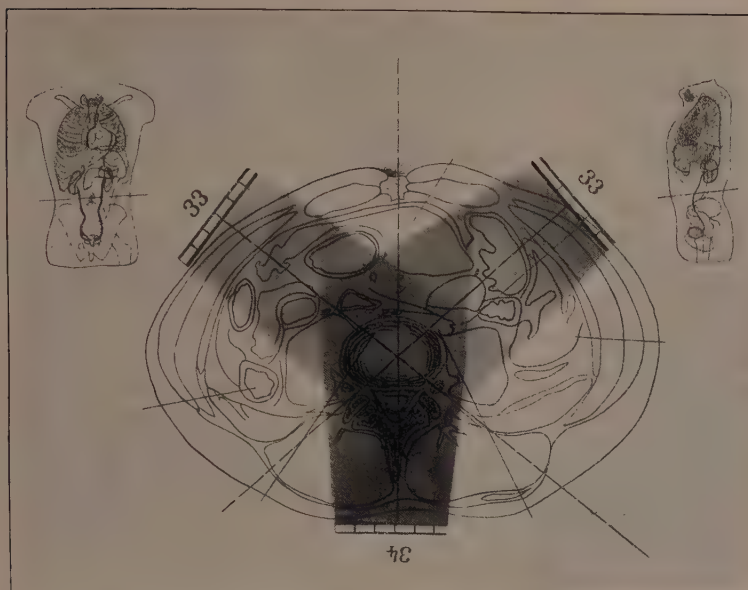


Abb. 19. Schema einer isoliert auf den Körper des 2. Lendenwirbels zielenden Homogenbestrahlung mit drei Feldern. Sämtliche Zentralstrahlen gehen durch die Mitte des Krankheitsherdes.

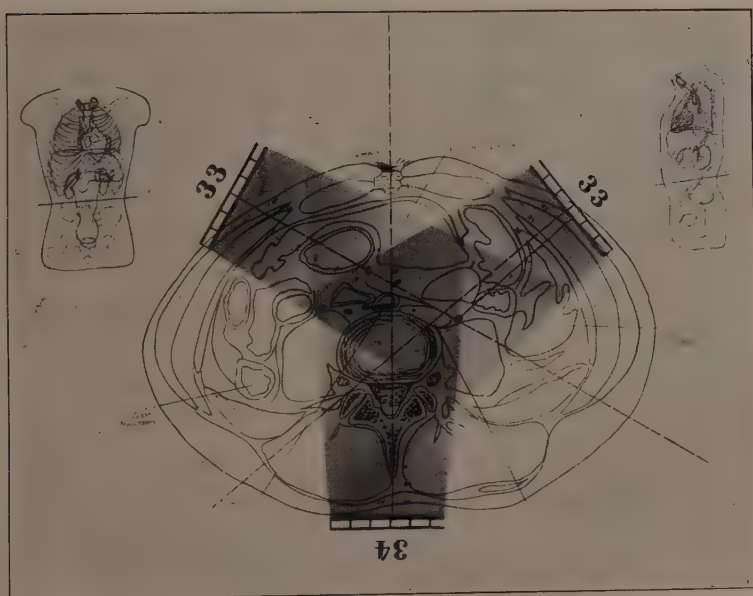


Abb. 20. Dasselbe Schema wie in Abb. 19. Der eine Strahlenkegel ist jedoch nicht genau eingestellt. Dadurch wird der Zweck des Bestrahlungsplanes, nämlich die Homogenbestrahlung des Krankheitsherdes, nicht erreicht. Ein Teil des Krankheitsherdes erhält eine viel zu schwache Dosis.

Vordergrund zu stellen und die Allgemeinwirkung der Röntgenstrahlen soweit als möglich einzudämmen. Wir müssen dies um so mehr tun, als die übereinstimmenden Ergebnisse der Immunitätsforscher (Kok und Vorländer¹⁹⁴, Opitz¹⁹⁵, Caspari¹⁹⁶, Keysser¹⁹⁷, Murphy¹⁹⁸, Wood¹⁹⁹ sowie die Arbeiten von Friedrich und Behne²⁰⁰, Siegel²⁰¹, Zimmer²⁰², H. E. Schmidt²⁰³, Miescher²⁰⁴, Krause²⁰⁵, Lavedan und Monod²⁰⁶, Warren und Whipple²⁰⁷ und Groedel und Lossen²⁰⁸) bewiesen haben, daß eine geringe Allgemeinwirkung der Röntgenstrahlen für die Hebung der allgemeinen Körperimmunität vorteilhaft, eine starke Allgemeinwirkung der Röntgenstrahlen hierfür aber direkt schädlich ist und wohl auch die Hauptursache des „Röntgenkaters“



Abb. 21. Mutmaßliche Dosenverteilung bei dem von Franz mitgeteilten Falle von Darm-schädigung im Anschluß an Uterusbestrahlung mit acht Feldern. Querschnittsansicht. Die mit \times bezeichneten Stellen sind besonders gefährdet.

darstellen dürfte. Wir kommen also notwendigerweise zu der Forderung, daß wir den mit der gewählten Wirkungs-dosis zu durchstrahlenden Körper-raum idealerweise niemals größer wählen, als der örtliche Gefahrenbereich der Krankheit verlangt. Selbstverständlich müssen wir durch die überdeckenden Körperschichten erst an diesen Gefahrenbereich vordringen, und so läßt sich diese Forderung in theoretisch idealer Weise niemals erfüllen. Praktisch ist aber außerordentlich viel damit gewonnen, wenn man versucht, dieser Forderung so weitgehend, als eben möglich ist, nachzukommen, und wenn man insbesondere die Feldgröße der einzelnen Strahlenkegel nicht größer wählt, als dem vorher genau ermittelten Gefahrenbereich der Krankheit entspricht.

Wir kommen um diese Forderung der Einengung des bestrahlten Kör-per-volumens nicht herum, müssen uns aber klarmachen, daß damit eine neue

Möglichkeit von Dosierungsirrtümern geschaffen wird. Es handelt sich dabei nicht so sehr um die Möglichkeit der Überdosierung, als vielmehr um die Möglichkeit der Unterdosierung. Es muß unbedingt vermieden werden, daß auch nur ein einziger Strahlenkegel teilweise oder gar vollständig an dem Krankheitsherd vorbeizieht. Abb. 19 zeigt z. B. die homogene Durchdringung eines zentral im Körper gelegenen Krankheitsherdes z. B. einer Karzinommetastase im Körper des 1. Lendenwirbels, mittels dreier Strahlenkegel. Verändert auch nur einer dieser drei Strahlenkegel seine Richtung um wenige Grad, wie dies z. B. in Abb. 20 dargestellt ist, so wird der ganze Dosierungsplan völlig verändert und wirkungslos. Tritt solcher Fehler ein, so wird unsere ganze Dosen-



Abb. 22. Mutmaßliche Dosenverteilung bei dem von Franz mitgeteilten Falle von Darm-schädigung im Anschluß an Uterusbestrahlung mit acht Feldern. Längsschnittansicht.
Die mit \times bezeichneten Stellen sind besonders gefährdet.

berechnung und damit auch der Erfolg der Therapie schwerwiegend gestört. Das Vorbeizielen eines oder mehrerer Strahlenkegel kann verschiedene Ursachen haben. Die größte und schwerwiegendste liegt wohl dann vor, wenn die topographische Lage des Krankheitsherdes nicht richtig ermittelt wurde. Es erwächst für jeden Strahlentherapeuten die unabänderliche Pflicht, nicht ins Blinde hinein zu zielen, sondern nicht eher zu ruhen, bis alle diagnostischen Hilfsmittel für die genaue topographische Lokalisation eines Krankheitsherdes erschöpft sind. Hierzu gehört vor allen Dingen eine sehr sorgfältige Röntgenuntersuchung. Bei Tumoren der Bauchhöhle wird man nur selten die Probeparotomie entbehren können. Es wird in den speziellen Kapiteln auf die einzelnen Möglichkeiten hingewiesen werden, die im Einzelfall zu Fehllokalisierung führen können. Ganz allgemein haben wir die Erfahrung gemacht, daß das topographische Vorstellungsvermögen auf einem durch Festlegung der

äußeren Körperkontur gewonnenen Körperdurchschnitt den größten Irrtümern ausgesetzt ist. Wir haben deshalb auf Anregung Schmiedens eigens für die Zwecke der Röntgentherapie einen Normalatlas von Körperdurchschnitten²⁰⁹ herausgegeben. In diesem Werke sind eine große Anzahl von Körperdurchschnitten in Form von reinen Konturzeichnungen in natürlicher Größe auf losen Gelatinefolien aufgedruckt. Der Röntgentherapeut braucht dann nur den für den Spezialfall passenden Körperdurchschnitt aus dem Atlas herauszunehmen und über die Skizze der äußeren Körperkontur des Patienten zu legen. Dadurch wird ein direkter Vergleich mit dem normalen anatomischen Situs ermöglicht und die pathologischen Abweichungen lassen sich auf Grund des vorher erhobenen Untersuchungsbefundes sicherer und exakter einzeichnen. Der systematische Vergleich mit der normalen Topographie ermöglicht erst eine exakte Lokalisation des Krankheitsherdes auf dem speziellen Bestrahlungsplan. Voraussetzung hierfür ist natürlich, das braucht nicht besonders betont zu werden, ein möglichst genauer klinischer Untersuchungsbefund. Nur durch diese doppelte Sicherung lassen sich Irrtümer in der Lokalisation des Krankheitsherdes vermeiden.

Schließlich seien noch einige Beispiele von in der Literatur mitgeteilten Röntgenschädigungen erwähnt, deren Ursache offenbar eine fehlerhafte Überkreuzung gewesen sein dürfte.

Zunächst ein von Franz²¹⁰ mitgeteilter Fall von Uteruskarzinom, bei dem ein Kreuzfeuer von 8 Feldern angewandt wurde. Danach kam es zu profusen letalen Diarrhöen ohne irgendeine Hautschädigung. Es ist aus der Mitteilung von Franz nicht ganz klar zu ersehen, wie die acht Felder angesetzt worden sind. Jedenfalls aber dürfte die Annahme nicht sehr fehlgehen, wenn man etwa nach Art der Abb. 21 u. 22 vier vordere und vier rückwärtige Felder gleichmäßig im Raume verteilt annimmt. Die Gefahr der fehlerhaften Überkreuzung ist dabei in zwei verschiedenen Ebenen (Abb. 21 u. 22 an den mit × bezeichneten Stellen) gegeben.

Sodann ein Fall von Mühlmann und Meyer²¹¹. Hier handelte es sich um eine sehr fettreiche Frau mit einem Portiokarzinom, bei welcher zwei komplette Serien zu je drei Bestrahlungsreihen *lege artis* nach den Vorschriften von Seitz und Wintz verabfolgt waren. Nach der zweiten prophylaktischen Serie kam es zu sehr starken tödlich verlaufenden Darmblutungen. Die Sektion zeigte, daß das Karzinom völlig ausgeheilt war, daneben aber hochgradige nekrotische Veränderungen der dem Uterus anliegenden und mit ihm verwachsenen Sigmaschlinge. Man wird nicht fehlgehen, wenn man die Ursache für die hochgradige Zerstörung der Sigmaschlinge in einer Überdosierung sucht, die unschwer durch Überkreuzung und wahrscheinlich auch durch Summation von Überkreuzungen im Verlaufe der 6 Bestrahlungsreihen zustande gekommen sein dürfte. (Siehe Abb. 14 und 15).

Ein Parallelfall hiervon ist der dritte Fall, der von Bernhard Fischer²¹² beschriebenen Röntgennekrose des Darmes. Auch hier kam es im Anschluß an einen genau nach Vorschrift durchgeführten klassischen „Röntgenwertheim“ zu einer tödlichen Darmverbrennung, und zwar war der Dünndarm in einer Längenausdehnung von 40 cm Länge nekrotisch. Die Ursache dieser Dünndarmnekrose kann unseres Erachtens auch nur in einer fehlerhaften Überkreuzung zu suchen sein.

Schließlich sei noch ein von Max Müller²¹³ mitgeteilter Fall einer Harnblasenverbrennung, welche im Anschluß an eine Röntgenkastration eintrat, erwähnt. Die Kastration wurde nach den Richtlinien von Seitz und Wintz mit vier Feldern durchgeführt, an Stelle der von den genannten Autoren vorgeschriebenen Feldgröße von 6×8 cm wurde jedoch eine solche von 15×15 cm gewählt. Ein Blick auf Abb. 23 und ein Vergleich mit Abb. 10 zeigt ohne weiteres, daß auch hier die Ursache der Verbrennung in einer vorzeitigen Überkreuzung der Strahlenkegel zu suchen ist.

Diese wenigen Beispiele aus dem Gebiete der gynäkologischen Röntgentherapie mögen genügen, um die Dosierungsirrtümer, die durch fehlerhafte

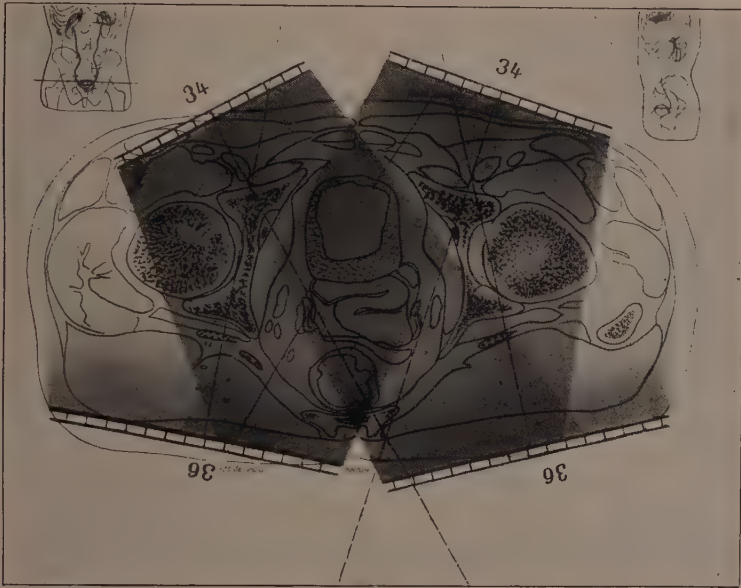


Abb. 23. Mutmaßliche Dosenverteilung bei dem von Max Müller mitgeteilten Falle von Röntgenverbrennung der Harnblase, welche im Anschluß an eine Kastration mit vier großen Feldern eingetreten war.

Überkreuzung entstehen können, hinreichend zu kennzeichnen. Einige andere Beispiele dieser Art aus dem Gebiete der chirurgischen Röntgentherapie sind in dem diesbezüglichen speziellen Kapitel dieses Buches nachzulesen. Wenn wir heute sozusagen post festum die Ursache der angeführten Fälle durch eine fehlerhafte Überkreuzung der einzelnen Strahlenkegel erklären können, so sind wir hierzu erst durch die richtige Erkenntnis über den Verlauf der Isodosenkurven eines Röntgenstrahlenkegels in der Lage. Solange man in der von Dessauer propagierten irrigen Vorstellung des Isodosenkurvenverlaufs befangen war, konnte man die große Gefahr der fehlerhaften Überkreuzung unmöglich gebührend einschätzen. Deshalb ist in den jetzt erklärlichen, aber der Vergangenheit angehörenden, durch vorzeitige Überkreuzung hervorgerufenen Dosierungsfehlern niemals auch nur der leiseste Vorwurf eines Kunstfehlers zu erheben. Erst zukünftig etwa beobachtete Fälle können und müssen eine andere Beurteilung erfahren.

Daß auch die Freiburger Kastrationstechnik mit je einem Großfeld von vorn und hinten nicht die ideale Lösung ist, um Überdosierungen sicher zu vermeiden, lehrt eine Arbeit von Egbert Schwarz²¹⁴. Darin wird ein Fall mitgeteilt, wo von vorn ein Feld von 18×18 cm mit 100% der H. E. D. und von hinten ein gleichgroßes Feld mit 90% der H. E. D. gegeben war. Der Dosierungsirrtum lag in diesem Falle darin, daß die Röntgendosis des ausfallenden Strahlenkegels bei der Bemessung der Röntgendosis des einfallenden Strahlenkegels nicht oder wenigstens nicht genügend berücksichtigt war. Die Folge davon war eine Dickdarmnekrose an der Stelle der Sigmoidschlinge. Die Darmwand war weißlich verfärbt und das Lumen strikturiert. Durch Darmresektion konnte die Schädigung behoben werden, es kam aber zu einem vorübergehenden Geschwür in der Hautwunde. Eine ähnliche Darmschädigung erlebten wir gelegentlich einer Mastdarmkarzinombestrahlung (siehe darüber das Kapitel über die Irrtümer bei der chirurgischen Röntgentherapie!). Der im Fall Schwarz geschilderte Dosierungsirrtum ließe sich natürlich relativ leicht vermeiden. Die Freiburger Kastrationstechnik hat aber den Nachteil der durch die großen Felder bedingten außerordentlich starken Allgemeinintoxikation mit Röntgenstrahlen. — Nach Schwarz klagen 83,4% der so behandelten Frauen über sehr starke, wochenlang anhaltende Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens.

Die Einstelltechnik.

Liegt der Krankheitsherd auf dem Bestrahlungsplane genau fest, so können Irrtümer im Vorbeizeilen der einzelnen Strahlenkegel beim Entwerfen des Bestrahlungsplanes eigentlich nur vorkommen, falls die Kontur des Patienten nicht exakt übertragen wurde. Die Gefahr des Vorbeizeilens einzelner Strahlenkegel wird erst wieder akut, wenn es sich darum handelt, den Bestrahlungsplan in die Tat umzusetzen und die Strahlenkegel gegen den Krankheitsherd selbst zu zielen, genau so wie dies auf dem Bestrahlungsplan vorgesehen ist. Es braucht nicht hervorgehoben zu werden, daß die Vorbedingung hierfür wieder eine exakte Wiedergabe der Körperkonturen des betreffenden Patienten auf dem Bestrahlungsplane ist. Der Anfänger wird häufig gezwungen sein, den Bestrahlungsplan in dieser Beziehung noch einmal zu korrigieren, wenn er merkt, daß die aufgezeichneten Konturen doch nicht mit den Ausmaßen des Patienten übereinstimmen. Besondere Schwierigkeiten bereitet die Festlegung von Körperkonturen an Stellen, welche durch Lageveränderungen willkürlich beeinflußt werden können. Hier sind die Quellen für Irrtümer ganz besonders groß, und es ist oft nur möglich, dieselben zu umgehen, wenn man sich für jede der gewählten Körperlagen einen besonderen Plan macht. Als Beispiel hierfür möchte ich nur anführen, daß etwa ein als Sagittalschnitt durch das kleine Becken gelegter Bestrahlungsplan die Symphyse bei gebeugtem Hüftgelenk wesentlich höher gelagert zeigt als bei gestrecktem Hüftgelenk, so wird die Lage der Symphyse für einen Strahlenkegel, welcher bei gebeugtem Hüftgelenk vom Damm her angesetzt wird, wesentlich anders sein als für einen Strahlenkegel, welcher durch die Bauchdecken hindurch bei gestrecktem Hüftgelenk in die Tiefe geschickt wird. Hier wie bei vielen anderen Bestrahlungsaufgaben kann man sich vor Irrtümern nur schützen, wenn man für jede der gewählten Lagen eine besondere Körperkonturzeichnung

abnimmt und mit etwas plastischer Phantasie durch das Zusammenlegen der verschiedenen Bestrahlungspläne sich ein richtiges Bild über die Dosenverteilung zu verschaffen sucht.

Auch wenn die Körperkonturen exakt und wahrheitsgetreu festliegen, bestehen noch eine Reihe von Fehlerquellen für die Einstellung der einzelnen Strahlenkegel. Das Wichtigste und für den Erfolg der Bestrahlung absolut Entscheidende ist die richtige Winkeleinstellung der Strahlenkegelachsen. Um hierin Irrtümer zu vermeiden, tut man gut, in allererster Linie den Winkel der Strahlenkegelachse festzustellen und dann erst den in seinem Winkel fixierten Röhrenbecher durch Parallelverschiebungen im Raume so zu dirigieren, daß das Begrenzungsfeld des Ansatztubus mit den Grenzen des Hautfeldes übereinstimmt. Um die Winkeleinstellung fehlerfrei durchzuführen, fertigt man sich zweckmäßig eine größere Zahl von Pappen, etwa im Format von 100×70 cm, welche mit einem Ausschnitt versehen sind, an und überzieht dieselben mit schwarzem Papier. Man muß die Visierpappen möglichst groß wählen, denn je größer die Ausmaße, um so geringer die Fehlerquellen in der Winkeleinstellung. Man legt nun eine solche Visierpappe mit einem geeigneten Ausschnitt über die Kontur des Felderwählerplans und zeichnet sich mit Hilfe eines Lineals die Verlängerung des Zentralstrahles mit Kreide auf die Pappe auf. Hierzu braucht man ein sehr langes Lineal. Nur wenn man ein langes Lineal nimmt, dasselbe in der ganzen Ausdehnung an den Zentralstrahl und über die Pappe legt, kann man die Richtung des Zentralstrahles exakt auf der Pappe anlegen. Würde man den Zentralstrahl mit einem kurzen Lineal nur ungefähr der Richtung nach oder gar nur nach dem Augenmaß auf die Visierpappe in der Verlängerung übertragen oder würde man nur einen kurzen Strich auf der Pappe markieren, so sind die Fehlerquellen für die Winkeleinstellung außerordentlich groß. Man vergegenwärtige sich vom ersten Anfang bis zur Beendigung der Aufgabe der exakten Winkelübertragung immer wieder die Tatsache, daß, je länger die Linien, je größer die Ausmaße, je weiter die Entfernung, aus der man beobachtet, um so geringer die Fehlerquellen in der Winkelübertragung sind! Abb. 24 erläutert diese Tatsache.

Diesen Satz muß man auch beachten, wenn man die Visierpappe mit dem exakt aufgezeichneten Zentralstrahl nunmehr über den Patienten stülpt und die Achse des Strahlenkegels in die gleiche Richtung zu bringen hat, welche der auf der Pappe aufgezeichnete Kreidestrich angibt. Man markiert zweckmäßig die Projektionen der Strahlenkegelachse an allen 4 Wänden des Ansatztubus möglichst lang und möglichst noch über den Ansatztubus hinaus auf dem Röhrenbecher selbst, so daß man eine geeignete Vergleichslinie hat, welche jeweils für die perspektivische Betrachtung von verschiedenen Punkten aus mit der Achse des Strahlenkegels zusammenfällt. Die Aufgabe lautet dann, die geeignete Vergleichslinie in eine Lage zu bringen, in der sie zu dem auf der Visierpappe vermerkten Kreidestrich parallel läuft. Man begibt sich zu diesem Zweck in eine möglichst große Entfernung vom Patienten an den geeigneten perspektivischen Punkt — bei Bestrahlungsplänen, welche im Körperquerschnitt angelegt sind, ist dies stets die Verlängerung der Körperachse! — und visiert von diesem Punkte aus nach dem Röhrenbecher und der Visierpappe. Großen Irrtümern ist man ausgesetzt, wenn man glaubt, daß die Beurteilung der Winkeleinstellung aus der Nähe, etwa in 1 m Entfernung vom Röhren-

becher, genügend genau durchgeführt werden kann. Um wirklich genau visieren zu können, ist mindestens eine Entfernung von 3—4 m vom Objekte aus notwendig, und auch dann läßt sich eine wahrheitsgetreue Winkelübertragung nur durchführen, wenn man sich vorher genügend lange Linien für den Vergleich geschaffen hat. Es ist sehr leicht, zwei in einem relativ nahen Abstand zueinander befindliche Linien von 40—50 cm Länge daraufhin zu beurteilen, ob sie parallel miteinander laufen, es ist aber unendlich schwer, zwei Linien von 4—5 cm Länge, welche den gleichen Abstand voneinander haben, auf ihre Parallelität hin zu beurteilen.

Eine weitere Fehlerquelle entsteht, wenn man die Visierpappe nicht in genau die dem Bestrahlungsplan korrespondierende Lage zu dem Körper des Patienten bringt. Irrtümer sind hier besonders möglich, wenn der Patient nicht genau symmetrisch auf dem Bestrahlungstisch gelagert ist. Eine exakt symmetrische Lagerung des Patienten läßt am leichtesten diese Fehlerquellen vermeiden. Man legt zweckmäßig ein für allemal auf der Visierpappe die Medianlinie fest und hat dann nur darauf zu achten, daß diese Linie sowohl auf dem Bestrahlungsplan wie am Patienten selbst mit der Medianlinie des Körpers zusammenfällt. Häufig ist aber gerade bei kranken Menschen die symmetrische Lagerung mit irgendwelchen Nachteilen, wie Atemnot, Schmerzen oder dgl., verbunden, oder der Patient selbst ist nicht mehr symmetrisch gebaut, so daß die Festlegung der Medianlinie in der vertikalen Richtung im Raume unmöglich erscheint. Dann muß man sich je nach Lage des Falles Hilfslinien konstruieren, um die Visierpappe in eine korrespondierende Lage zu bringen. Für viele Fälle wird die Frontallinie die geeignete Hilfslinie sein. Für manche Fälle muß man aus irgendwelchen anderen Punkten eine geeignete Hilfslinie zu finden suchen.

Liegt der Winkel exakt fest, so handelt es sich lediglich darum, den Röhrenbecher durch Parallelverschiebung im Raum in die geeignete Lage zu bringen, d. h. das Bestrahlungsfeld zu „setzen“. Vorbedingung hierfür ist, daß auf keinen Fall eine Verschiebung des einmal festgelegten Winkels am Röhrenbecher oder auch eine Verschiebung in der Lage des Patienten eintritt. Man muß den Patienten vorher darauf aufmerksam machen, daß er vor der Einstellarbeit des Arztes die Lagerung einnimmt, die ihm bequem und für den Arzt brauchbar erscheint, aber dann in dieser Lage unverrückbar beharrt, bis die Bestrahlung beendet ist. Nachträgliche Verschiebungen des Winkels am Röhrenbecher können eintreten, wenn die Verschraubungen in der Röhrengabel locker geworden sind, ein Defekt, welcher bei fast allen bisher gebräuchlichen Konstruktionen der Wintz-Stativ unserer Erfahrung nach im Laufe der Zeit leider allzuhäufig einzutreten pflegt. Es ist deshalb wichtig, auf diesen Punkt von Zeit zu Zeit zu achten. Es muß als eine selbstverständliche Obliegenheit der Röntgenschwester gelten, für eine tadellose Beschaffenheit des Bestrahlungsgerätes auch in dieser Hinsicht zu sorgen. Weiterhin wird häufig der Fehler gemacht, daß man zunächst den Winkel genau einstellt und dann daran geht, das Stativ selbst durch Eindrehen der Fußschrauben auf dem Fußboden ortsfest zu machen. Dadurch wird aber das Stativ an seinen einzelnen Füßen, und zwar unsymmetrisch gehoben und eine nicht unbeträchtliche Winkelverschiebung des ganzen Stativs und somit auch des Röhrenbeckers ist die Folge. Deshalb ist es notwendig, das Stativ vor der Winkeleinstellung durch Einschrauben der

Fußschrauben ortsfest zu machen, und zwar an der Stelle, wo man es zu haben wünscht, dann erst den Winkel einzustellen und nunmehr die Parallelverschiebung des Röhrenbeckers lediglich durch Verschiebung desselben an der vertikalen Stativsäule und an dem horizontalen Gabelarm zu bewerkstelligen.

Hat man sich vorher auf Grund des Bestrahlungsplanes mit einem Hautstift die Feldgrenzen auf der Haut des Patienten markiert, so ist es leicht, das Feld nunmehr in exakter und richtiger Weise auf die Haut zu „setzen“. Irrtümer können hierbei nur unterlaufen, wenn die Haut sehr verschieblich ist und



Abb. 24. Darstellung der Genauigkeitsgrenzen der Einstelltechnik mit Hilfe der Visierpappe. An den Zentralstrahl des linken Strahlenkegels ist ein langes Lineal gelegt. Die Übertragung des Zentralstrahls auf die Visierpappe und danach die Einrichtung des Röntgenstrahlenkegels auf den Patienten gelingt infolgedessen leicht mit der notwendigen Genauigkeit. Die Übertragung des Zentralstrahls des rechten Strahlenkegels ist dagegen nur mit Hilfe eines kurzen Lineals mehr dem Augenmaß nach durchgeführt. Man bemerkt dabei nicht, daß das äußere Ende des dargestellten Striches bereits um mehrere Millimeter höher verläuft als die exakte Verlängerung des Zentralstrahles. Ebenso kann man dann umgekehrt bei der Einrichtung des Strahlenkegels nach dem kurzen auf der Visierpappe markierten Strich übersehen, daß etwa der Zentralstrahl des eingestellten Strahlenkegels um einige Millimeter an der inneren Kante tiefer verlaufen könnte. Dadurch summiert sich der Winkelfehler. Die auf diese Art mögliche Fehlrichtung des Zentralstrahls ist durch die untere Linie angedeutet.

besonders, wenn man Gelegenheit hat, von der Kompression der Weichteile Gebrauch zu machen. Dann ist die Beurteilung der exakten Lage des Strahlenkegels durchaus nicht einfach. Man kommt dabei mit der Methode des indirekten Zielens, von der bisher die Rede war, nicht allein aus, sondern man hat nötig, diese Methode durch direktes Zielen zu kontrollieren. Zu diesem Zwecke markiert man sich an der Haut des Patienten die Sagittal- und die Frontalprojektion des Krankheitsherde und sucht dann von einem möglichst entfernten Standpunkte aus — ein weiter Abstand zwischen Auge und Objekt

macht auch das direkte Zielen sicherer! — ein Urteil zu gewinnen, ob die Verlängerung des Zentralstrahles in der Körpertiefe auch die Mitte des Krankheitsherdes trifft. Dieses Urteil kann man natürlich nur erhalten, wenn man die Visierprüfung in zwei Ebenen, d. h. von zwei verschiedenen Beobachtungspunkten aus, vornimmt. Oft ist es gar nicht nötig, sich die Projektion des Krankheitsherdes auf die Körperoberfläche als künstliches Hilfsmittel aufzuzeichnen, da man in natürlichen Punkten des Körpers geeignete natürliche Hilfsziele findet. So ist z. B. der Anus ein sehr geeignetes natürliches Hilfsziel für Bestrahlungen innerhalb des kleinen Beckens; die Augen, die Ohren und der Mund geben geeignete natürliche Hilfsziele für Bestrahlungen am Schädel ab. Immer aber ist es wichtig, daß die Visierprüfung von einem möglichst entfernten Standpunkte aus geschieht. Bei den beweglichen und mannigfachen Veränderungen unterworfenen Konturen des Menschen kann man niemals mit der gleichen Sicherheit vorgehen wie etwa der Artillerist, wenn er sein Geschütz auf feste Ziele im unbeweglichen Gelände richtet. Irrtümer sind deshalb dabei immer möglich. Sie auf ein Minimum zu reduzieren, gelingt nur, wenn man die Methode des indirekten Zielens nach den oben skizzierten Grundsätzen mit der Methode des direkten Zielens vereinigt und wenn der Röntgenarzt den kleinsten Fehler, den er bei der Ergänzung dieser beiden Methoden findet, nicht vernachlässigt, sondern sofort aufgreift und die Mühe nicht scheut, den Ursachen desselben nachzuspüren und gegebenenfalls sogar den festgelegten Bestrahlungsplan nochmals soweit abzuändern, bis er einwandfrei und fehlerfrei erscheint.

Der Strahlenschutz.

Eine sehr wesentliche und ziemlich häufige Fehlerquelle bringt die Aufgabe mit sich, den übrigen Körper, soweit er nicht direkt als Eintrittspforte für den Röntgenstrahlenkegel benutzt wird, vor dem unerwünschten Zutritt von Röntgenstrahlen zu schützen. Ursprünglich arbeitete man in der Röntgentherapie mit Stativen, welche den Röntgenstrahlen nach allen Seiten im Raume hin freien Austritt gestatteten. Albers-Schönberg²¹⁵ führte dann die Stative mit Bleiglashauben ein, welche den Röntgenstrahlen den Durchgang nur in der Richtung des Strahlenkegels gestatten sollen. Die Begrenzung des Strahlenkegels wurde dabei durch besondere Tubenansätze aus Bleiglas bzw. Bleigummi erreicht. Diese Bleiglashauben waren im Anfang der Tiefentherapie, zumal wenn sie allseitig geschlossen waren, ein durchaus ausreichender Schutz. Mit der fortschreitenden Steigerung der Durchdringungsfähigkeit der Röntgenstrahlen konnte aber die Steigerung der Dicke der Röntgenschutzhauben nicht Schritt halten, so daß die moderne Tiefentherapie heute in Ergänzung der Bleiglashaube den Schutz durch direkte Bleiabdeckung des Patienten selbst nicht entbehren kann. Wir verdanken es eingehenden Untersuchungen von Caesar²¹⁶, über die Größenordnung dieser den Bleiglasschutz der Röntgenröhre auf ungewolltem Wege verlassenden Strahlung unterrichtet zu sein. Diese sog. abirrende Strahlung, welche den Röhrenbecher von der normalen Dicke von 1—2 cm starkem Bleiglas verläßt, verhält sich zu der sog. Nutzstrahlung, welche durch das Filter hindurch verabreicht wird, etwa wie 5—7 zu 100, d. h. sie beträgt 5—7% der Nutzstrahlung. Caesar kalkuliert dabei ganz richtig, daß bei alleiniger Verwendung der Bleiglashaube ohne einen weiteren Schutz des Patienten der ge-

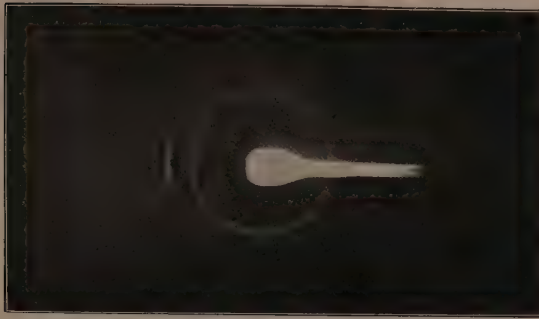


Abb. 25. Lochkameraaufnahme einer Glühkathodenröhre mit Wolframklotzanode und Molybdänanodenstil. Fabrikat der General Electric Company U. S. A. (Original Coolidge-röhre). Die Aufnahme ist von der Rückseite der Röhre aus gemacht worden, so daß die vom Brennfleck selbst ausgehende Strahlung durch den Wolframklotz zum größten Teil abgeschirmt war. Aufgenommen in der Chirurgischen Universitätsklinik Frankfurt a. M.

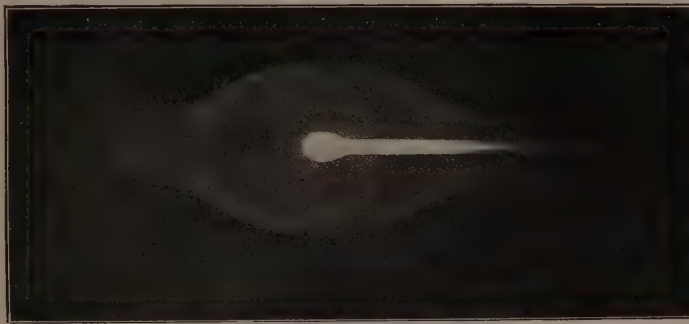


Abb. 26. Lochkameraaufnahme einer A. E. G.-Glühkathodenröhre mit Wolframklotzanode Typ III. Von der Rückseite der Röhre aus aufgenommen. Aufgenommen in der Chirurgischen Universitätsklinik Frankfurt a. M.



Abb. 27. Lochkameraaufnahme einer Müller-Elektronen-Trockenröhre (Metro) von der Rückseite der Röhre aus aufgenommen. Aufgenommen in der Chirurgischen Universitätsklinik Frankfurt a. M.

samte Körper des Patienten von diesen 5—7% der Nutzstrahlung getroffen wird und daß dadurch das Produkt aus der abirrenden Strahlendosis und dem damit durchstrahlten Körpervolumen, welches uns die Gesamtdosis angibt, größer werden kann als die Gesamtdosis, welche in dem direkten Strahlenkegel verabfolgt ist. Caesar fordert deshalb, daß man neben der Verwendung der Bleiglashaube zur direkten Abdeckung des Patienten zurückkehren soll, eine Forderung, die allerdings äußerst wichtig ist, sofern dieselbe irgendwo noch nicht erfüllt sein sollte. Wir haben im eigenen Röntgenbetrieb trotz guter Bleiglashauben aus den oben angeführten Erwägungen heraus niemals auf die direkte Abdeckung des Patienten verzichtet. Nur ganz ausnahmsweise einmal, wenn es sich um stark aufgeregte dyspnoische Patienten handelt, verzichten wir wohl auch auf die direkte Abdeckung des Patienten, d. h. auch dann gewöhnlich nur teilweise. Hierbei ist wieder eine andere Beobachtung Caesars von Wichtigkeit. Caesar fand nämlich, daß bei der modernen Glühkathodenröhre die rings um den Strahlenkegel herum abirrende Strahlung auf der Kathodenseite der Röhre um 2—3% im Verhältnis zur Gesamtstrahlung größer ist als auf der Anodenseite. Dieses recht beträchtliche Mehr an abirrender Strahlung auf der Kathodenseite ist ohne weiteres verständlich, wenn man eine von der Rückseite einer Röntgenröhre her aufgenommene Lochkameraaufnahme betrachtet. Die Abb. 25, 26 u. 27 zeigen derartige Lochkameraaufnahmen. Man sieht daraus, daß der ganze Anodenstil zum Ausgangspunkt einer immerhin beträchtlichen Röntgenstrahlung wird, und es ist unter Berücksichtigung der geometrischen Projektion des Anodenstils über die Feldbegrenzungen hinweg ohne weiteres klar, daß diese Strahlung sich im Wasserphantom auf der gegenüberliegenden Seite jenseits der eigentlichen Strahlenkegelbegrenzungen bemerkbar machen muß. Durch die Messungen von Caesar wissen wir, daß die Gesamtmenge dieser Anodenstilstrahlung etwa 2—3% der vom Brennfleck selbst ausgehenden Röntgenstrahlung ausmacht. Wenn wir also teilweise auf den direkten Schutz des Patienten verzichten, so müssen wir wenigstens unmittelbar neben der Feldbegrenzung an der Kathodenseite und in der Nähe des Anodenstils eine direkte Abdeckung des Patienten vornehmen, weil hier zu der normalen abirrenden Strahlung noch die Anodenstilstrahlung hinzukommt. Halberstaedter und Tugendreich²¹⁷ haben gleichfalls Untersuchungen über die Anodenstilstrahlung bzw. über die die Elektronenröhre rückwärts verlassende Strahlung gemacht, sie konnten dabei durch die Zimmerdecke hindurch in 4½ m Entfernung in zehn Minuten eine Röntgenphotographie der Hand aufnehmen. Dies zeigt, daß die rückwärts abirrende Strahlung immerhin so beträchtlich ist, daß sie als Gefahrenquelle berücksichtigt werden muß, falls ein Mensch — sei es ein Glied des bestrahlten Patienten, sei es jemand vom Bedienungspersonal — in die Nähe der Rückseite der strahlenden Röntgenröhre kommt. Auch Pape²¹⁸ hat auf diese Gefahrenquelle aufmerksam gemacht.

Wir verwenden also grundsätzlich Röhrenbecher aus Bleiglashauben mit Tubusansätzen, welche dem verwendeten Fokushautabstand und der verwendeten Feldgröße genau entsprechen müssen. Diese Tubusansätze sind zweckmäßig aus Pappelholz gefertigt, an den Wänden mit Bleigummi von 3 mm Dicke ausgekleidet und tragen einen dünnen Pappelholzboden. Dieser Pappelholzboden dient in erster Linie zur Ausübung der Weichteilkompression und in

zweiter Linie zum Abfangen etwaiger Filtersekundärstrahlen. Wir pflegen die Bleiglashaube des Röhrenstativs nicht nach der Rückseite zu geschlossen zu verwenden, da die Röhre zum Zwecke der Abkühlung genügend Luftzutritt haben muß. Wir schützen den Kranken vielmehr vor der nach der Rückseite zu heraustretenden abirrenden Strahlung durch die direkte Abdeckung des Patienten, welche ganz allgemein zum Schutze derjenigen Strahlung dient, die von

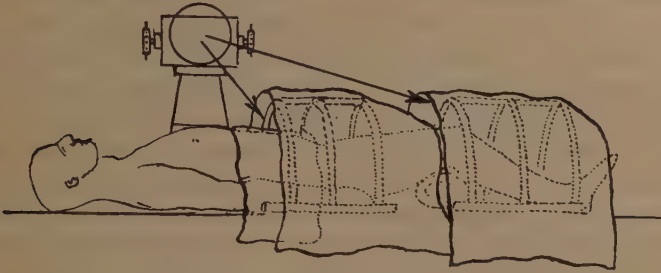


Abb. 28. Schematische Darstellung der falschen Abdeckungsweise. Die Röntgenstrahlen können zwischen den Bleigummilagen hindurch zum Körper des Patienten gelangen.

der Bleiglashaube des Röhrenbechers nicht abgefangen wird bzw. vom Anodenstil ausgeht. Die direkte Abdeckung hat aber noch einen weiteren sehr wesentlichen Sicherheitszweck. Sie soll uns davor schützen, daß ein etwaiger Defekt in dem Bleischutz des Röhrenstatives sich sofort in einer schweren Röntgenverbrennung des Patienten auswirkt. Deshalb soll die Bleiabdeckung ausreichend und sicher genug sein, um im Prinzip den Strahlenschutz des Patienten ganz allein zu übernehmen. Als Schutzstoff ist heute wohl allgemein mit

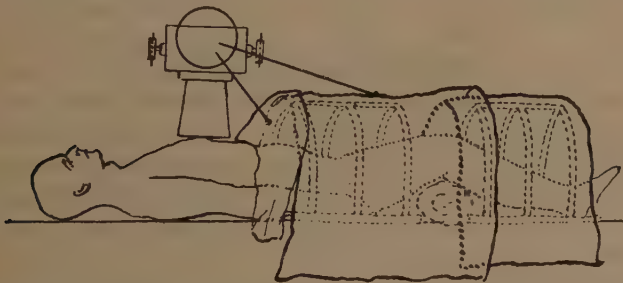


Abb. 29. Schematische Darstellung der richtigen Abdeckungsweise. Die Bleigummilagen müssen dachziegelartig so übereinandergreifen, daß sie einen vollkommenen Strahlenschutz gewähren.

Kautschuk überzogenes Bleiblech von 2 mm Dicke nach Holzknecht und Grünfeld²¹⁹ oder, noch angenehmer in der Verwendung; mit Blei imprägnierte Gummipplatten von 3 mm Dicke, sog. „Bleigummi“, in Anwendung. Natürlich hält ein solcher Schutzstoff nicht ewig; durch den ständigen Gebrauch ist er dem Verschleiß ausgesetzt. Es entstehen Löcher und schadhafte Stellen, welche strahlendurchlässig werden. Eine ständige Kontrolle des Schutzstoffes auf Röntgendurchlässigkeit ist deshalb dringend anzuraten, um sich vor unliebsamen Überraschungen zu schützen! Richtlinien,

wie diese Kontrolle auszuführen ist, und welche Anforderungen man auch an die Schutzvorrichtungen des Personals und des Arztes stellen muß, finden sich bei Albers-Schönberg²²⁰, Walter²²¹, H. E. Schmidt²²², Krüger²²³, Kohler²²⁴, v. Dechend²²⁵, Lorey²²⁶ und Nogier²²⁷.

Bei der Ausführung der direkten Abdeckung des Patienten ist es ein häufig beobachteter Irrtum, wenn man glaubt, der Patient sei ausreichend vor Röntgenstrahlen geschützt, wenn man ihn von allen Seiten her so zudeckt, daß nichts vom Patienten mehr zu sehen ist. Es ist aber nicht richtig, wenn man den Patienten lediglich gewissermaßen in Deckung gegen Sicht bringt. Es ist vielmehr einzig und allein richtig, die Abdeckung so anzuordnen, daß von der Röntgenröhre selbst ausgehende Strahlen den Patienten nicht treffen können. Dabei muß man bedenken, daß die Röntgenröhre selbst meist verhältnismäßig nahe am Körper liegt und daß die Strahlen infolgedessen ihren Gang leicht parallel der Oberfläche des Körpers nehmen können. Besondere Fehlerquellen entstehen dabei durch die Überdachung mehrerer nebeneinander liegender Bleigummiplatten. Abb. 28 erklärt ohne weiteres in übertriebener Dartstellung die falsche und Abb. 29 die richtige Anordnung der Abdeckung. Eine logisch durchgeführte direkte Abdeckung am Patienten soll den Patienten selbst in keiner Weise beschweren. Man hängt die Bleigummiplatten an Stativen oder dgl. auf oder stützt sie durch kleine Holzgerüste bzw. durch Sandsäcke ab. Besonders bei Bestrahlung aus seitlicher Richtung läßt sich die direkte Abdeckung des Patienten durchführen, ohne den Patienten selbst nur an einer Stelle mit der Bleiabdeckung zu belästigen und zu beschweren. Wichtig ist immer, daß die Bleiabdeckung der Atmung auch genügend Freiheit läßt. Man soll deshalb die Abdeckung nur nach der Seite hin vornehmen, von der wirklich die Gefahr der abirrenden Strahlung kommt, d. h. immer nach der Seite der Röntgenröhre zu. Abb. 30 u. 31 erläutern auch hier das Prinzip der falschen und der richtigen Abdeckung.

Besondere Gefahr droht aber denjenigen Stellen des Körpers, welche dem Fokus der Röhre näher liegen als das zu bestrahlende Hautfeld. Infolge des großen Einflusses des Quadratgesetzes kann sich hier die Röntgenlichtintensität bei dem geringsten Defekt des Röntgenschutzes in sehr gesteigertem Maße auswirken und schweren Schaden stiften. So ist mir aus meiner Gutachtertätigkeit her ein Fall bekannt, bei dem es während einer Bestrahlung von karzinomatösen Achseldrüsen zu einer schweren Röntgenschädigung der Hand kam, welche während der Bestrahlung ganz in der Nähe des Röhrenbeckers gelegen hatte. Trotzdem diese Hand mit Bleigummi abgedeckt war, war doch die Strahlung, offenbar unter der Bleigummiabdeckung hindurch, zur Hand gelangt und hatte hier eine so schwere Schädigung hervorgerufen, daß schließlich die Amputation der Hand vorgenommen werden mußte. Nachträglich ist dann natürlich schwer zu entscheiden, an welcher Stelle der Strahlenschutz versagt hat. Immerhin spricht ein solcher durchaus nicht vereinzelt dastehender Fall eine genügend ernste Warnung zur Vermeidung derartiger Schäden! Wir fordern nicht, daß man Röntgenbestrahlungen grundsätzlich so einrichten soll, daß das bestrahlte Hautfeld sozusagen die fokusnächste Stelle des Patienten darstellt, es läßt sich vielmehr besonders auf dem Gebiete der chirurgischen Röntgentherapie häufig gar nicht umgehen, daß einzelne Körperstellen, besonders Extremitäten, bisweilen wesentlich näher an den Fokus der Röntgen-

röhre zu liegen kommen als das Bestrahlungsfeld! Dann aber muß dem direkten Schutz dieser gefährdeten Stelle ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es empfiehlt sich dann, nicht nur eine einfache Bleigummiabdeckung vorzunehmen, wie sie gewöhnlich auszureichen pflegt, sondern vielmehr eine dreifache Schicht von Bleigummiplatten zu verwenden.

Natürlich muß der Patient während der ganzen Dauer der Bestrahlung stets vom Bedienungsraum aus zu sehen sein und von der Röntgenschwester beobachtet werden. Schärfste Beobachtungspflicht muß der Röntgenschwester auferlegt werden! Diese Beobachtungspflicht hat sich besonders auf Lageveränderungen des Patienten und auf Veränderungen der direkten Abdeckung (Verrutschen von Bleigummiplatten) zu konzentrieren.

Es muß deshalb schon bei der Lagerung des Patienten darauf Rücksicht genommen werden, daß diese Beobachtung möglich ist und nicht etwa der Patient durch die Bleigummiabdeckung den Blicken der Röntgenschwester vollkommen entzogen wird. Die geringste Lageveränderung des Patienten während der Bestrahlung verpflichtet die Schwester zur Benachrichtigung des Arztes, welcher sich dann davon zu überzeugen hat, ob eine Verschiebung des Bestrahlungszieles aus der Richtung des Strahlenkegels dadurch bewirkt wurde und ob gegebenenfalls eine neue Einstellung notwendig ist. Besonders groß ist die Gefahr derartiger Verschiebungen bei Bestrahlungen mit Weichteilkompression aus seitlicher Richtung.

Es kann in diesem Falle entweder das Stativ selbst nach der Seite wegrutschen. Dies muß dadurch verhindert werden, daß der Stativfuß durch Verschraubung am Boden sorgfältig ortsfest gemacht wird. Es kann aber auch der Patient nach der anderen Seite hin abrutschen und dem Kompressionsdruck des Tubus ausweichen. Um dies zu verhindern, ist es notwendig, jedesmal vor der Ausübung der Kompression den Patienten auf der gegenüberliegenden Seite durch Anlagerung von genügend schweren Sandsäcken zu fixieren. Man kann in dieser Beziehung gar nicht sorgfältig genug vorgehen, denn es ist klar, daß gerade bei der Ausübung eines Kompressionsfeldes die ganze Situation völlig verschoben wird, wenn der



Abb. 30. Schematische Darstellung der falschen Abdeckungsweise bei Bestrahlung aus seitlicher Richtung. Die völlige Bedeckung des Patienten mit Bleigummilagen von oben ist unnötig und gibt doch nicht den gewünschten Schutz.

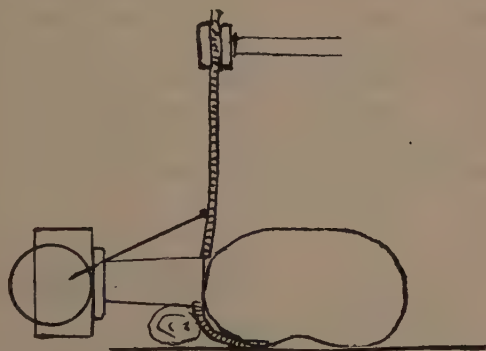


Abb. 31. Schematische Darstellung der richtigen Abdeckungsweise bei Bestrahlung aus seitlicher Richtung. Ein sicherer Schutz kann erreicht werden, auch ohne den Patienten völlig zuzudecken und mit der Schwere der Abdeckung zu belästigen.

Patient auch nur um 2 cm seitlich fortrutscht bzw. durch die Kompression selbst fortgedrückt wird.

Weiter muß noch kurz erwähnt werden, daß dem Patienten von seiten der Hochspannung die Gefahr einer statischen Funkenentladung droht, sofern die Zuleitungskabel unzweckmäßig geführt sind. Helmer²²⁸ hat 6 Fälle von Hochspannungsverletzungen im Röntgenzimmer mitgeteilt und die Gefahrenquellen dieser Art eingehend untersucht. Man muß es sich zur Regel machen, daß jeder Hochspannung führende Teil mindestens 50 cm vom Patienten entfernt vorbeigeführt werden muß. Dann ist diese Gefahr nur äußerst gering anzuschlagen. Die Bleigummiabdeckung des Patienten bietet zudem auch einen vorzüglichen Schutz gegen Hochspannungsentladung, und es ist zweckmäßig, bei der Anordnung der direkten Abdeckung auch an diese Schutzwirkung zu denken.

Schließlich sei noch eine Möglichkeit eines eigenartigen Betriebsunfalles am Bestrahlungsgerät erwähnt. Es ist in einem physikalischen Laboratorium einmal der Fall eingetreten, daß der weißglühende Wolframklotz der Anode in der Röntgenröhre abgeschmolzen und durch die Röntgenröhre und das Filter bis auf den Boden durchgebrannt ist. Wenn ein derartiger Zufall einmal bei der Bestrahlung eines Patienten eintreten sollte, so ist klar, daß der weißglühende Wolframklotz allerschwerste Verbrennungen erzeugen muß. Die Möglichkeit eines solchen Zufalles besteht aber wohl nur bei der versuchsweisen Anwendung von besonders hohen Spannungen oder besonders starken Stromintensitäten. Wenn man derartige Versuche vornimmt, also nur ganz entfernt mit der Möglichkeit des Abschmelzens des Wolframklotzes rechnen muß, so empfiehlt es sich, den Strahlenkegel in seitlicher Richtung anzusetzen, damit der Wolframklotz, wenn er senkrecht nach unten abschmilzt, nicht durch das Filter brennen kann, sondern auf den Rand der Bleiglashaube auftrifft und dort festgehalten wird.

Die Nachbehandlung.

Sehr verhängnisvolle Irrtümer entstehen, wenn Patienten, welche soeben eine Röntgenbehandlung durchgemacht haben, mit den alarmierenden Symptomen der Frühreaktion oder auch mit den Symptomen einer mehr oder weniger starken Hauptreaktion einen der Röntgentherapie unkundigen Arzt aufsuchen. Die entzündliche Rötung und Schwellung der bestrahlten Stelle verlockt nur allzu leicht zu einer energischen antiphlogistischen Behandlung. Nur allzu häufig werden feuchte Umschläge mit essigsaurer Tonerde oder dgl. verordnet, dadurch kommt es zu einem auf die Röntgenreaktion aufgepfropften Reiz, der die Ursache zu einer schweren Schädigung werden kann. Es kann deshalb gar nicht eindringlich genug vor allen irritierenden Maßnahmen auch scheinbar harmloser Natur an röntgenbestrahlten Körperstellen gewarnt werden. Auch ist es ein verhängnisvoller Irrtum, bei Schmerzzuständen als Folgeerscheinung einer übermäßigen Röntgenreaktion oder eines Röntgengeschwürs örtliche Anästhetika z. B. Kokainsalben anzuwenden. Das Kokain lähmt die zuführenden Gefäße und potenziert daher den zu bekämpfenden überstarken Röntgeneffekt (Narath²²⁹). Die einzige und souveräne Therapie einer mehr oder weniger hochgradigen Röntgenreaktion ist absolute Ruhe. Jede andere Maßnahme beruht auf einem schwerwiegenden Irrtum. Wir wissen durch die Unter-

suchungen von Wintz³³, daß ganz kleine Reize harmloser Natur (z. B. die Applikation eines feuchten Umschlages oder das Scheuern von Kleidern) an bestrahlten Hautstellen die Veranlassung zu tiefgreifenden Geschwürsbildungen werden können. Deshalb ist es notwendig, bei jeder Röntgenbestrahlung den Patienten eindringlich über das Wesen der zu erwartenden Röntgenreaktion zu instruieren und ihn vor allen Maßnahmen zu warnen, welche zur Aufpfropfung eines sekundären Reizes auf die Röntgenwirkung führen könnten. Mir ist aus meiner Gutachtertätigkeit ein Fall bekannt, bei dem in ganz korrekter Weise wegen Hyperkeratosen eine Bestrahlung an beiden Füßen vorgenommen wurde. Der Patient hat trotz ärztlicher Warnung wenige Tage nach der Bestrahlung einen größeren Fußweg über Land ausgeführt und es kam zu schweren Geschwürsbildungen an den Knöcheln. Ein jahrelanges Krankenlager war die Folge und nur durch sehr umfangreiche plastische Operationen konnte die Amputation der Beine vermieden werden. Bei der nachfolgenden Untersuchung hat sich mit absoluter Sicherheit ergeben, daß die verabfolgte Röntgendosis korrekt und an sich ungefährlich war und daß die schwere Röntgenverbrennung lediglich durch den scheuernden Reiz der Stiefel erklärt werden konnte. Ähnliche Fälle sind auch von anderer Seite beobachtet worden. Es muß deshalb unbedingt gefordert werden, daß man jedem Patienten, bei dem man eine Bestrahlung der Füße mit einer Dosis von mehr als 50% der H. E. D. vorgenommen hat, in den ersten auf die Röntgenbestrahlung folgenden 2—3 Wochen alle längeren Wege strikte verbieten muß. Ähnlich muß man sich natürlich verhalten, wenn im speziellen Falle der Beruf des Patienten irgendeine stärkere Beanspruchung einer bestrahlten Körperstelle mit sich bringt.

Grundsätzlich muß jeder Patient nach einer Röntgenbestrahlung belehrt werden, daß eine Rötung der Haut und eine Anschwellung der bestrahlten Körperstellen möglich bzw. wahrscheinlich folgen wird, daß die Frühreaktion ohne jedes Zutun in wenigen Stunden abklingt, daß nach 8—14 Tagen bzw. nach 3—4 Wochen mit dem Eintreten der Hauptreaktion zu rechnen ist, welche in ähnlicher Weise verläuft, und daß bis zum Abklingen der Hauptreaktion jede Reizung der bestrahlten Stellen durch Scheuern, Jucken, feuchte Umschläge, Salben u. dgl. streng zu vermeiden ist. Als unbedenklich und harmlos kann nur das vorsichtige Einreiben der bestrahlten Stellen mit salzfreiem Schweinefett oder das Einpudern mit einem indifferenten Reispuder empfohlen werden. Im übrigen aber schützt, eine exakte Dosierung vorausgesetzt, nur absolute Ruhe und Schonung der bestrahlten Stellen vor unliebsamen Überraschungen. Das Waschen der bestrahlten Haut muß besonders vorsichtig geschehen. Jede reibende Bewegung ist dabei streng zu vermeiden. Bei etwa eintretender stärkerer Rötung soll der Patient gehalten sein, sofort den Röntgenarzt aufzusuchen. Dann wird gegebenenfalls die Schonungsvorschrift verschärft.

Literatur.

1. Lassar, Demonstration einer Hautangrän infolge Röntgenbestrahlung. Ver. f. inn. Med. Berlin, 21. Februar 1898, Fortschr. d. Röntgenstr. 1 S. 243.
 2. A. Gassmann, Zur Histologie der Röntgenstrahlenulzera, Fortschr. d. Röntgenstr. 2 S. 109.
 3. A. S. Ellis, The pathology of the tissue changes induced by the X rays preliminary report, Amer. journ. of the med. sciences. Januar 1903.
 4. E. Pagenstecher, Zur Klinik und Histologie schwerer Röntgenverbrennungen, Bruns Beitr. 132 H. 2.
 5. Krause, Über schwere nervöse und psychische Störungen nach Röntgenverbrennung, Fortschr. d. Röntgenstr. 14 H. 3.
 6. Blaine, Edward S., An X-ray burn of third degree followed by rapid healing, Americ. journ. of roentgenol. 1921, Nr. 4 S. 183—186.
 7. Ramstedt und Jakobsthal, Über Schädigungen der Haut durch Röntgenstrahlen, Fortschr. d. Röntgenstr. 14 H. 1.
 8. T. W. Huntington (San Francisco), Note on X-ray burns and their treatment, Anals of surgery 1901 Dezember.
 9. Baermann u. Linser, 1. Beitr. der chirurgischen Behandlung und Histologie der Röntgenulzera, M. m. W. 1904 Nr. 21. 2. Über die lokale und allgemeine Wirkung der Röntgenstrahlen, M. m. W. 1904 Nr. 23.
 10. Pels-Leusden, Röntgenverbrennungen, Vortrag, gehalten auf der 26. Tagung der Verein. nordwestdeutscher Chirurgen, Greifswald 29./30. Juli 1923, Zbl. f. Chir. 1923, H. 40 S. 1512.
 11. Hallopeau et Gadand, Sur une alteration des mains provoqué par des travaux radiographiques prolongés, Annal. de dermatol et de syphiligr. 1912 S. 714.
 12. Hall, Further notes on X-ray dermatitis and its prevention, Brit. med. journ. 1908 12. Sept.
 13. Dean, Die Opfer der Röntgendermatitis in England, Fortschr. d. Röntgenstr. 12 H. 6.
 14. H. E. Schmidt, Denkschrift über den Unterricht in der medizinischen Röntgenologie an den deutschen Hochschulen, Strahlenther. Referatenbd. 1, 1916 S. 3.
 15. Grashey, Die Röntgenologie als Unterrichtsfach — ihre Arbeitsstätten, M. m. W. 1920 S. 579.
 16. Hopf, H., Über Röntgenschädigungen und deren Verhütung, Schweiz. m. Wschr. 1920, Nr. 10 S. 181.
 17. Carl Beck, The prinziples of protection against Röntgen light dermatitis, Neuyork med. record 1903, 31. Januar.
 18. Sippel, A., Idiosynkrasie gegenüber Röntgenstrahlen, Zbl. f. Gyn. 1916, Nr. 44 S. 857.
 19. Hall-Edwards, J., Observations on the existence of an idiosyncratic susceptibility to Röntgen-rays, Brit. med. journ. 21. Aug. 1909.
 20. Gocht, Idiosynkrasie gegen Röntgenstrahlen, B. kl. W. 1909 Nr. 10.
 21. Kienböck, Referat über Röntgentherapie auf der 80. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, Köln, September 1908.
 22. Hess, P., Beitrag zur Frage der Idiosynkrasie gegen Röntgenstrahlen, Derm. Zschr. 1921, H. 5/6 S. 333—338.
 23. Holfelder, H., Die Ursachen der Röntgenschädigungen und Winke zu ihrer Vermeidung, M. Kl. 1921, 17 Nr. 23 S. 681—682.
 24. Schmidt (Berlin), Zur Frage der Idiosynkrasie gegen Röntgenstrahlen, B. kl. W. 1911 Nr. 52.
- Derselbe, Idiosynkrasie der Haut gegen Röntgenstrahlen, D. m. W. 1917 S. 203.

25. Strauß, Otto, Über Idiosynkrasie gegen Röntgenstrahlen, M. m. W. 1920, Nr. 25 S. 717.
Derselbe, Was muß der praktische Arzt von der Entstehung der Röntgenschädigungen wissen? D. m. W. 1922, Nr. 42 S. 1420.
26. Albers-Schönberg u. Lorenz, Die Schutzmittel für Ärzte und Personal bei der Arbeit mit Röntgenstrahlen, D. m. W. 1915, Nr. 11 S. 301.
27. Liek, E., Zur Frage der Röntgenschädigungen, D. m. W. 1922, Nr. 6 S. 192.
28. Möller, S., Zur Frage der Röntgenschädigungen, D. m. W. 1922, 48 Nr. 18 S. 595—596.
29. Bucky, Die Schädigungen durch Röntgenstrahlen und ihre strafrechtliche Beurteilung, Vrtljschr. f. gerichtl. M., Bd. 56, Supplement.
30. Kirchberg, Franz, Die rechtliche Beurteilung der Röntgen- und Radiumschädigungen, Fortschr. d. Röntgenstr. Ergänzungsbd. 32.
31. Gocht, Die Schädigungen, welche durch die Röntgenstrahlen hervorgerufen werden, die Vermeidung und Behandlung, schließlich die forensische Bedeutung derselben. Vortrag auf der 80. Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte in Köln, September 1908.
32. Flaskamp, Wilhelm, Röntgenschädigungen, ihre zivil- und strafrechtlichen Folgen, Kl. W. 1922, 1 Nr. 39.
33. Wintz, Röntgenverbrennungen und Spätschädigungen, Fortschr. d. Röntgenstr. 1922, 30 H. 1.
Derselbe, Injuries from Roentgen-rays in deep therapy, Americ. journ. of roentgenol. 1923, 10 Nr. S. 140.
34. Czepa, Alois, Erstickungstod nach Röntgenbestrahlung eines Mediastinaltumors (Lymphogranuloms). (Ein Wort zugunsten der Probebestrahlung.) Strahlenther. 1921, 12 S. 239.
35. Béclere, A., Wirkliche und eingebildete Gefahren der Strahlentherapie, Paris medical 2. Juni 1917, refer. im Journ. de Radiol. et d'Electrol, 2 Nr. 10.
36. Heinicke, H., Zur Theorie der Strahlenwirkung insbesondere über die Latenzzeit, M. m. W. 1914, Nr. 15 S. 807.
37. Perthes, Über den Einfluß der Röntgenstrahlen auf epitheliale Gewebe, insbesondere auf das Karzinom, Langenb. Arch. 71 S. 978.
38. v. Wassermann, A., Analyse der Wirkung radioaktiver Substanzen auf Mäusekrebs, D. m. W. 1914, Nr. 11 S. 524.
39. Belot, Radiotherapie and neoplasmes, Arch. of the Roentg.-rays Nr. 75—78.
Derselbe, Über die Wichtigkeit der Dosierung und die Methode der radiotherapeutischen Behandlung einiger durch Neubildung hervorgerufener Prozesse, Arch. f. physik. M., 1 H. 2—3.
40. Schmidt, Neuere Beobachtungen über das Auftreten der Frühreaktion nach Röntgenbestrahlung, Fortschr. d. Röntgenstr. 18 H. 2.
41. Kienböck, Über Früherthem und Röntgenfieber, Fortschr. d. Röntgenstr. 22 H. 1.
42. Pordes, Fritz, Schädigung durch zu geringe Menge Röntgenstrahlen. Bemerkung zu der Arbeit H. Holfelders, „Die Ursachen der Röntgenschädigungen und Winke zu ihrer Vermeidung“, M. Kl. 1921, S. 1146.
43. Schwarz, G. und A. Czepa, Bemerkungen zu der Arbeit: Die Ursachen der Röntgenschädigungen und Winke zu ihrer Verhütung, M. Kl. 1921, Nr. 41 S. 1237—1238.
44. Rothbart, Ladislaus, Ursachen und Verhütung der Röntgenverbrennung, Vorschlag zur einheitlichen Hautbezeichnung im therapeutischen Betriebe, D. m. W. 1922, Nr. 44 S. 1486.
45. Janus, Fr., Eine Beobachtung bei Röntgenbestrahlungen, M. m. W. 1915, Nr. 30 S. 1009.
46. Holz knecht, G., Die Höhe der Röntgendosis, M. m. W. 1921, Nr. 37 S. 1180.
47. Freund, L., Zur Indikation der Intensiv-Röntgentherapie, W. kl. W. 1922, Nr. 48 S. 939.
48. Lenk, Robert, Die zweckmäßige Röntgenstrahlendosierung in der inneren Medizin, W. kl. W. 1922, Nr. 33 S. 695.
49. Skinner, Two cases of severe X-ray necrosis presenting some unusual features, Med. news, 20. Febr. 1904.
50. Iselin, Schädigung der Haut durch Röntgenlicht nach Tiefenbestrahlung, M. m. W. 1912, Nr. 49 und 50.
51. Rominger, Klinische Erfahrungen über die Hautschädigungen bei gynäkologischer Tiefentherapie mit schwachgefilterten Röntgenstrahlen, Strahlenther. 1913 S. 665.

52. Schmidt (Berlin), Spätschädigungen der Haut und innerer Organe nach therapeutischer Röntgenbestrahlung, D. m. W. 1913 Nr. 32.
53. Dieterich, Ein Fall von Spätschädigung bei Röntgentiefentherapie, Fortschr. d. Röntgenstr. 20 H. 2.
54. Petersen, O.H., und Johanna Hellmann, Über Röntgenspätschädigungen der Haut und ihre Ursachen, Strahlenther. 1920, H. 1 S. 474—500.
55. Martenstein, Spätschädigungen nach ungefilterter Oberflächenbestrahlung, Sitzung des Breslauer Röntgenvereins 7. Juni 1921, Strahlenther. 12 S. 1141.
56. Nogier, Radiodermite grave de la paroi abdominale au cours d'un traitement de fibrome utérin, malgré l'emploi de doses faibles de rayons X filtrés, Arch. d'electr. méd. 1921, Nr. 448 S. 272.
57. Schmiegelow, Röntgenverbrennung unter dem Bilde eines karzinomatösen Drüsenrezidivs, Hospitalstidende 1922, Nr. 29 S. 68—69.
58. Neu, M., Zur Frage der Spätschädigungen nach Strahlentherapie, Zbl. f. Gyn. 1922, Nr. 30 S. 1218.
59. Pranter, Viktor, Zur Kasuistik der Röntgenschädigungen nach Tiefenbestrahlungen, Mitt. Grenzgeb. 1918, 31, H. 1 und 2 S. 93—101.
60. v. Franqué, Tödlicher Ausgang einer Haut- und Darmverbrennung bei Röntgentiefentherapie mit Schwertfilter, Strahlenther. 1920, 10 S. 1033.
61. Schreuss, H. Th., Röntgenschädigungen der Haut, Fortschr. d. Röntgenstr. 1923, 30, H. 3 S. 81—85 und 88—94.
62. Holzknacht, Die häufigsten Ursachen der Röntgenschädigungen, Fortschr. d. Röntgenstr., Kongr.-Heft 1922, 30 H. 3.
Derselbe, Spezielle Dosierung insbesondere die rationelle Röntgenstrahlendosis in der inneren Medizin, Fortschr. d. Röntgenstr., Kongr.-Heft 1922, 30 H. 1.
Derselbe, Worauf beruht die Heilwirkung der Röntgenstrahlen? Fortschr. d. Röntgenstr. 1923, 31, Kongr.-Heft S. 69.
63. Haudeck, Diskussionsbemerkung zum Vortrag Holzknacht: Worauf beruht die Heilwirkung der Röntgenstrahlen? Fortschr. d. Röntgenstr., Kongr.-Heft 1923, 31 S. 73.
64. Schwarz, Gottwald, Alois Czeka und Hans Schindler, Zum Problem der wachstumsfördernden Reizwirkung der Röntgenstrahlen. Eine Kritik der Ergebnisse pflanzenbiologischer Versuche auf Grund eigener Nachprüfungen, Fortschr. d. Röntgenstr. 1922, H. 6 S. 687—689.
65. Pordes, F., Ist zur Erklärung der Röntgenwirkung die Annahme von Funktions- und Wachstumsreiz notwendig? Strahlenther. 1923, 15 S. 640.
66. Nather und Schinz, H., Tierexperimentelle Röntgenstudien zum Krebsproblem. I. Gibt es eine Reizdosis bei malignen Tumoren? Mitt. Grenzgeb. 1923, 36 H. 5.
67. Wintz, Diskussionsbemerkung zum Vortrag Holzknacht: Worauf beruht die Heilwirkung der Röntgenstrahlen? Fortschr. d. Röntgenstr. Kongr.-Heft 1923, 31. S. 73.
68. Mühlmann, Über Röntgenreizbestrahlung, Strahlenther. 1923, 15 S. 646.
69. Kehrer, E., Über Tiefenwirkung und Reizdosierung des Radiums bei der Karzinombestrahlung, M. m. W. 1918, Nr. 27 S. 719.
70. Ritter, H. und Lewandowsky, F., Untersuchungen zur Wirkung der Röntgenstrahlen auf Karzinomzellen an einem Falle von Hautkarzinomatose, Strahlenther. 1914, 4 S. 412.
71. Holfelder, H., Diskussionsbemerkung zum Vortrag Holzknacht: Worauf beruht die Heilwirkung der Röntgenstrahlen? Fortschr. d. Röntgenstr. Kongr.-H. 1923, 31 S. 73.
72. Fränkel, Manfred, Die Bedeutung der Röntgenreizstrahlen in der Medizin mit besonderer Einwirkung auf das endokrine System und seiner Beeinflussung des Karzinoms, I. Teil, Strahlenther. 1921, 12, H. 2 S. 603—638.
Derselbe, II. Teil, Strahlenther. 1921, 12 S. 850.
73. Stephan, Über die Steigerung der Zellfunktion durch die Röntgenenergie, Strahlenther. 11 H. 2.
74. Cattani, Paul, Die leistungssteigernde Wirkung der Röntgenstrahlen und ihre Bedeutung für eine Theorie der Arzneiwirkung, Schweiz. Rdsch. f. M. 1921 Nr. 44—46.
75. Glaesner, Erna, Das Strahlenkarzinom, Strahlenther. 1915, 5 S. 275.
76. König, Fritz, Über Operationen in röntgenbestrahltem Gebiet, M. Kl. 1921 Nr. 43.

77. Jüngling, Otto, Chronisch induriertes Hautödem als Folge intensiver Bestrahlung mit harten Röntgenstrahlen, *Strahlenther.* 10 S. 404.
78. Köhler, Alban, Theorie einer Methode, bisher unmöglich verwendbar hohe Dosen Röntgenstrahlen in die Tiefe des Gewebes zur therapeutischen Wirksamkeit zu bringen, ohne schwere Schädigung des Patienten. Zugleich eine Methode des Schutzes gegen Röntgenstrahlen überhaupt, *Fortschr. d. Röntgenstr.* 14 H. 1.
Derselbe, Röntgentiefentherapie mit Metallnetzschutz, *Strahlenther.* 1912, 1 S. 121.
79. Holzknecht, G., Über die häufigsten Ursachen der Röntgenschädigungen und ihre Vermeidung, *M. m. W.* 1922, Nr. 46 S. 1597.
80. Jüngling, Die rationelle Röntgenstrahlendosis bei Behandlung chirurgischer Erkrankungen, *Strahlenther.* 1922, 14 S. 634.
81. Holfelder, Hans, Die Tiefenbestrahlungstechnik an der Schmiedenschen Klinik, *Strahlenther.* 1921, H. 1 S. 161.
Derselbe, Die Röntgentiefentherapie der malignen Tumoren und der äußeren Tuberkulose, *Strahlenther.* 13 S. 438.
82. Christen, Th., Über biologische Strahlenwirkung, *Strahlenther.* 9 S. 590.
83. Friedrich und Krönig, Die Strahlenbehandlung des Brustkrebses in einer einmaligen Sitzung. Festlegung der Karzinomdosis, *M. m. W.* 1916, Nr. 41 S. 1445.
84. Seitz, L. und Wintz, H., Grundsätze der Röntgenbestrahlung des Gebärmutterkrebses und des Karzinoms im allgemeinen. Die Karzinomdosis, *M. m. W.* 1918, Nr. 4 S. 89—92.
Dieselben, Die Röntgenbestrahlung der Genitalsarkome und anderer Sarkome und ihre Erfolge, die Sarkomdosis, *M. m. W.* 1918, Nr. 20 S. 527—531.
85. Fried, Carl, Ein Todesfall durch Darmruptur nach Röntgentiefenbestrahlung. Zugleich ein kritischer Bericht über die Leistung der Radio-Silex-Apparatur, *Strahlenther.* 1922, H. 3 S. 688—706.
86. Opitz, Zur Frage der Dosierung und Heilwirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen, *Zbl. f. Gyn.* 1922, 46, Nr. 30 S. 1213—1214.
Derselbe, Grundsätzliches zur Strahlentherapie der Freiburger Frauenklinik, *Strahlenther.* 10 S. 973.
87. Jüngling, Otto, Über Röntgenschädigungen des Kehlkopfes und Vorschläge zu deren Verhütung, *Strahlenther.* 1923, 15 S. 18.
Derselbe und Rudolph, H., Die Umbaumasse Radioplastin und ihre Anwendung in der chirurgischen Röntgentiefentherapie, *Strahlenther.* 14 S. 1.
88. Wintz, Die Röntgenbehandlung des Basedow. Vortrag gehalten auf der 86. Versammlung Deutscher Naturf. und Ärzte 1920, Nauheim.
89. Haas, Ludwig, Über die Röntgenhypersensibilität der Haut besonders bei innersekretorischen Störungen, *D. m. W.* 1922, Nr. 34 S. 1134.
90. Herxheimer, Hans, Röntgenschädigungen der Haut nach Anwendung ungefilterter Strahlung, *Strahlenther.* 1922, 14 S. 163.
91. Werner, Über die chemische Imitation der Strahlenwirkung und ihre Verwendbarkeit zur Unterstützung der Radiotherapie, *Strahlenther.* 1912, 1 S. 442.
Derselbe, Erfahrungen mit den chemisch-physikalischen Behandlungsmethoden des Krebses im Samariterhaus, *M. m. W.* 1914, Nr. 38 S. 2100.
92. Severanu, Die Radiotherapie des Krebses, *Revista de chir.* 1905 Nr. 2.
93. Krukenberg, Ein neuer Vorschlag zur Radiotherapie, *M. m. W.* 1913, N. 38.
94. Holzbach, Theoretisches und Praktisches zur Röntgentiefentherapie, *Strahlenther.* 1913 S. 279.
95. Salzmann, Untersuchungen über den Ersatz radioaktiver Substanzen durch Röntgenstrahlen bei der Tiefentherapie, *D. m. W.* 1913 Nr. 52.
Derselbe, Sekundärstrahlen in der Röntgentiefentherapie als Ersatz radioaktiver Substanzen, *D. m. W.* 1915, Nr. 8 S. 223.
96. Stepp, W., Über Röntgentiefentherapie in der inneren Medizin mit besonderer Berücksichtigung der Erzeugung und Verwertung von Sekundärstrahlen durch Einbringung von Eigenstrahlern in den Körper, *Strahlenther.* 10 S. 143.
Derselbe und R. Czermak (Gießen), Über die bewußte Erzeugung und Verwertung der Sekundärstrahlen bei der Röntgentherapie, *M. m. W.* 1919 Nr. 40.

97. Halberstädter, L. und Simons, A., Über Steigerung der Röntgenstrahlenwirkung, Ergebnisse aus Versuchen an der menschlichen Haut, Strahlenther. 1923, 15 S. 65.
98. Müller, Walther, Experimentelle Untersuchungen über die biologische Wirksamkeit künstlich erzeugter Sekundärstrahlen, Strahlenther. 10 S. 219.
99. Friedrich und Bender, Experimentelle Beiträge zur Frage der Sekundärstrahlentherapie, Strahlenther. 11 S. 1.
100. Grossmann, Über Sekundärstrahlen und sekundäre Strahlentherapie, Fortschr. d. Röntgenstr. 22, H. 4 S. 427.
101. Gudzent, F., Biologische Versuche zur Steigerung der Strahlenwirkung, Strahlenther. 11 S. 277.
Derselbe, Biologische Versuche zur Steigerung der Strahlenwirkung, D. m. W. 1920, Nr. 27 S. 732.
102. Palugyay, Zur Frage der Sensibilisierung in der Strahlentherapie, D. m. W. 1921, Nr. 29 S. 831.
103. Ghilarducci, Rom, Wirkung des Röntgenlichtes auf den Kaninchenmagen, Acad. de méd. de Rome, März 1916; la Radiologia Medica, Aug. 1916.
104. Lindemann, Walter, Über die Bedeutung des Mineralstoffwechsels in der Strahlentherapie (Selbstsensibilisierung des Darmes), M. m. W. 1918, Nr. 38 S. 1048.
105. G. Schwarz, Über Desensibilisierung gegen Röntgen- und Radiumstrahlen, M. m. W. 1909 Nr. 24.
Derselbe, Über Verminderung und Vermehrung der Strahlenempfindlichkeit tierischer Gewebe in ihrer Bedeutung für die Radiotherapie, M. m. W. 1921, Nr. 25 S. 766.
106. Schmidt, H. E., Zur Röntgenbehandlung tiefliegender Tumoren, Fortschr. d. Röntgenstr. 14 H. 2.
107. Christen, Messung und Dosierung der Röntgenstrahlen, Fortschr. d. Röntgenstr. Ergänzungsbd. 28, 122 Seiten.
Derselbe, Landläufige Irrtümer über Strahlenmessung, Strahlenther. 7 S. 452.
108. Seitz und Wintz, Unsere Methode der Röntgentiefentherapie und ihre Erfolge, 5. Sonderbd. der Strahlenther. 1920.
Dieselben, Die ausschließliche Röntgenbestrahlung des Gebärmutterkrebses, der Röntgenwertheim, M. m. W. 1919, Nr. 40 S. 1131—1134.
109. Friedrich, Walter, und Hans Körner, Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß des Röhrenabstandes und der Feldgröße auf den Dosenquotienten, Strahlenther. 1920, H. 3 S. 961—979.
110. Perthes, Versuch einer Bestimmung der Durchlässigkeit menschlicher Gewebe für Röntgenstrahlen mit Rücksicht auf die Bedeutung der Durchlässigkeit der Gewebe für die Radiotherapie, Fortschr. d. Röntgenstr. 8 H. 1.
111. Wintz, H., und L. Baumeister, Das zweckmäßige Filter der Röntgentiefentherapie, M. m. W. 1916 Nr. 6.
112. Holzknecht, G., Filteralarm, Strahlenther. 11 S. 460.
113. Heitz, Zur Filtersicherung, Strahlenther. 1923, 15 S. 684.
114. Krönig, B., Zur Verhütung von Nebenschädigungen bei der Behandlung tiefliegender und tiefgreifender Karzinome mit Radium und Mesothorium, D. m. W. 1915, Nr. 40 S. 1186.
115. Herschfinkel, H., Über die Möglichkeit, die Sekundärstrahlung bei der Anwendung ultrapenetrierender Strahlen zu verhindern, Strahlenther. 1914 S. 785.
116. Grossmann, Über die Sekundärstrahlen als Gefahrenquellen, Fortschr. d. Röntgenstr. 23 H. 2.
Derselbe, Aus der Physik der Röntgenstrahlen, Strahlenther. 1922, 14 S. 165.
117. Lenk, Robert, Zur Frage der Filtersekundärstrahlen, Strahlenther. 11 S. 471.
118. Dessauer, Friedrich, Homogenstrahlungslehre, Strahlenther. 5 S. 148.
119. Christen, Über die physikalischen und physiologischen Grundlagen der Tiefentherapie, Strahlenther. 1912, 1 S. 51.
Derselbe, Röntgenphotographie und Röntgentherapie. Zwei komplementäre Probleme, Fortschr. d. Röntgenstr. 15 H. 6.
120. F. Dessauer, Weitere Untersuchungen über das Gebiet der sehr harten Röntgenstrahlen und ihre Anwendung in der Tiefentherapie, M. m. W. 1918 Nr. 27.

121. Küstner, Über die Einheitsdosis.
122. Staunig, Spektrometrie und Röntgenphotographie, Fortschr. d. Röntgenstr. 1922, H. 3. March, Die physikalischen Grundlagen der spektrometrischen Härtemessung, Fortschr. d. Röntgenstr., Kongr.-H. 1922, H. 3 S. 18.
Derselbe, Zur Tiefendosierung der Röntgenstrahlen, Zbl. f. Gyn. 1922, Nr. 30 S. 1215.
123. Kupperle, L., und Seemann, H., Die Spektralanalyse der Röntgenstrahlen im Dienste der Strahlentherapie, Strahlenther. 10 S. 1064.
124. Christen, Th., Zur praktischen Dosimetrie der Röntgenstrahlen, M. m. W. 1918, Nr. 16 S. 425.
125. Martius, Heinrich, Die Röntgenstrahlenbehandlung in der Gynäkologie, Handb. d. ges. med. Anwend. d. Elektriz., 3. Teil, Lieferung 4.
126. Friedrich und Glasser, Untersuchungen und Betrachtungen über das Problem der Dosimetrie, Strahlenther. 14, H. 2 S. 362.
127. Glocker, R., Rothacker, O., und Schönleber, O., Neue Methoden zur Messung der Tiefendosis im Wasserphantom, Strahlenther. 1922, 14 S. 398.
128. Holfelder, Bornhauser und Yaloussis, Welchen Einfluß übt der Fokusbereich auf den Flächenabstand und die Größe, Form und Lage der Blende auf die Intensitätsverteilung im Wasserphantom aus? Strahlenther. 1924, 16 H. 3.
129. Glocker, Die Bedeutung der Netzspannungsschwankungen für Röntgenbetriebe, M. m. W. Nr. 41 S. 1164.
130. Steuernagel, W., Über die Bedeutung von Netzspannungsschwankungen im Röntgenbetriebe, M. m. W. 1919, Nr. 50 S. 1443.
131. Schreuss, Th., Die Schwankungen der Netzspannung und ihre Rückwirkung auf den sekundären Stromkreis und die Dosis im Röntgenbetrieb, D. m. W. 1920, Nr. 26 S. 715.
132. Voltz, Friedrich, Netzspannungsschwankungen und Röntgentherapie, M. m. W. 1920, Nr. 14 S. 406.
133. Baumeister, Die Dosierung nach Zeit mit Regenerierapparat und Spannungshärtemesser, M. m. W. 1920, Nr. 36 S. 1047.
134. Wintz, H., und H. Iten, Die Dosierung im praktischen Röntgenbetrieb mit Hilfe der parallelen Funkenstrecke, M. m. W. 1918 Nr. 14.
135. Meyer und Ritter, Zur Methodik der qualitativen Strahlenmessung in der Röntgentherapie, B. kl. W. 1912 Nr. 2.
136. Wintz, H., Eine automatische Regenerierung der Röntgenröhre, M. m. W. Nr. 11.
137. Schempp, Erich, Dosierungsfehler in der Tiefentherapie bei Verwendung des „Spannungshärtemessers“ an Induktorapparaten und ihre Verhütung, M. m. W. 1922, Nr. 12 S. 429—431.
138. Frick, Karl, Dosierungsfehler in der Tiefentherapie bei Verwendung des „Spannungshärtemessers“ an Induktorapparaten und ihre Verhütung, M. m. W. 1922, Nr. 19 S. 711.
139. Reusch, Die Bedeutung der richtigen Einstellung des Unterbrechers für den Röntgenstrahlbetrieb, M. m. W. 1919, Nr. 11 S. 297.
140. Schreuss,
141. Levy-Dorn, Welche Anforderungen müssen an unsere Röntgentherapieapparate vom medizinischen Standpunkte aus gestellt werden? D. m. W. 1922, Nr. 11 S. 349.
142. Schmidt, H. E., Erfahrungen mit einem neuen Radiometer von Sabourand-Noiré, Fortschr. d. Röntgenstr. 8 H. 4.
Derselbe, Zur Dosierung in der Röntgentherapie, Fortschr. d. Röntgenstr. 22 H. 1.
143. Holzknecht, Ein neuer Dosimeter für Röntgenstrahlen, M. m. W. 1911 Nr. 35.
144. Kienböck, Robert, Über die Verwendung der photochemischen Radiometer zur Bestimmung der Hautdosen, Strahlenther. 1913, 3 S. 687.
Derselbe, Über Dosimetrie, Strahlenther. 1914, 4 S. 794.
Derselbe, Über Dosimeter und das quantimetrische Verfahren, Fortschr. d. Röntgenstr. 9 H. 4.
Derselbe, Zur Dosierung der Röntgenstrahlen, M. m. W. 1914, Nr. 2 S. 74.
145. Seilard, Über einen neuen Apparat für sämtliche Messungen der Radioaktivität, B. kl. W. 1913 Nr. 29.

- Scillard, Über die absolute Messung der Röntgen- und X-Strahlen in der Biologie, *Strahlenther.* 5 S. 742.
- v. Seuffert, E., Eine Methode zur quantitativen und qualitativen Messung der Röntgenstrahlen, *D. m. W.* 1915, 1 S. 362.
146. Friedrich, W., Über die Bedeutung des Dosimeterverfahrens für die Beantwortung biologischer Fragen der Strahlentherapie, *M. m. W.* 1919, Nr. 34 S. 963.
147. Martius, H., Ein einfaches Ionisationsinstrument für das Röntgenzimmer, *M. m. W.* 1921, Nr. 12 S. 362.
148. Solomon, Présentation d'un ionometre radiologique, *Bull. et mém. de la soc. de radiol. méd. de France*, 1921, S. 171—173.
- Derselbe, L'ionometre radiologique, *Bull. de l'acad. de méd.* 1921, S. 3—5.
149. Meyer, Fritz, Das Fürstenau'sche Intensimeter, *Strahlenther.* 7 S. 473.
- Wachtel, Heinrich, Über die Inkonzanz der Strahlungen der heutigen Röntgenröhren und Dosierungsversuche mit dem Fürstenauschen Selenintensimeter, *Strahlenther.* 7 S. 491.
150. Jaeger, Robert, Ein neues direkt zeigendes und registrierendes Röntgenstrahlenmeßgerät, *M. m. W.*, 1922, S. 821—824.
151. Becker, A., und Holthausen, H., Über die Trägererzeugung hochfrequenter Wellenstrahlung in abgeschlossenen Gasräumen, *Strahlenther.* 1921 S. 332.
152. Meyer, H., Eine Methode zur Messung der Röntgenstrahlen in der Therapie, *M. m. W.* 1911 Nr. 4.
- Krüger, Beitrag zur Anwendung des Sabourandschen Dosimeters, *Strahlenther.* 2 S. 349.
153. Gunsett, A., Zur Technik der Dosierung der Röntgenstrahlen speziell bei hohen Dosen, *Strahlenther.* 1913 S. 568.
154. Schreuss, Hans Th., Röntgenbehandlung in der Dermatologie, *Bonner Röntgenb.* 1923.
155. Schmidt, H. E., Bisher nicht bekannte Fehlerquellen bei der direkten Dosimetrie, *Strahlenther.* 1914 S. 467.
156. Wels, P., Untersuchungen über die Brauchbarkeit des Sabourand-Dosimeters, *Strahlenther.* 13 S. 174.
157. Stern, K., Über Dosierung der Röntgenstrahlen, *M. Kl.* 1914, Nr. 3 S. 108.
158. Ritter, Hans, Zur Methodik der Röntgentherapie, *Zschr. f. ärztl. Fortbild.* 1912 Nr. 14.
159. Christen, Das Lastkonto der Sabourand-Pastille, *Fortschr. d. Röntgenstr.* 19 H. 2.
160. Colombo, Falschheit der durch das Barium-Platin-Zyanür gelieferten radiometrischen Angaben, *Fortschr. d. Röntgenstr.* 10 H. 2.
161. Kirstein, Zur Frage der direkten Dosimetrie, *Strahlenther.* 4 S. 788.
162. Voltz, Friedrich, Die moderne Röntgenstrahlenmessung, *Strahlenther.* 1920, H. 3 S. 1059—1073.
163. Grann, Prinzipielles über die Selenzelle als Hilfsmittel zur Messung der Röntgenstrahlen, *Fortschr. d. Röntgenstr.* 23 H. 3.
164. Hopf und Iten, Bemerkungen zu der Arbeit von Dr. M. Steiger, Die prophylaktische Nachbestrahlung operativ behandelter bösartiger Neubildungen, *Schweiz. m. Wschr.* 1920, Nr. 5 S. 91.
165. Guilleminat, H., Über die Widerstandsfähigkeit des Selens bei Bestrahlung mit Radium- und Röntgenstrahlen, *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, Januar 1914.
166. Adler, Erich, Versuche über das Kienböcksche und das Holzknechtsche dosimetrische Verfahren, *Strahlenther.* 5 S. 465.
167. Kienböck, Über die Arten der photochemischen Radiometer für Messung des Röntgenlichtes, *Strahlenther.* 1913, 2 S. 553.
168. Bachem, Albert, Die physikalische Messung der Röntgenstrahlung, *Strahlenther.* 13 S. 536.
169. Solomon, Iser, La Radiothérapie profonde, Mosson et Cie., Editeurs, Paris 1923.
170. Küstner, H., Tagesfragen der Dosimetrie, *Strahlenther.* 1923, 15 S. 611.
171. Schwarz, Forderung nach einer staatlichen Kontrolle für Röntgenstrahlenmeßinstrumente, *Fortschr. d. Röntgenstr.* 18 H. 2.

172. Dietlen, Hans, Vorschlag zur Einschränkung der Gefahr von Röntgenschädigungen und zur Gewinnung eines einheitlichen Dosierungsverfahrens, M. m. W. 1920, Nr. 47 S. 1355.
173. Schreuss, Hans Th., Vorschlag zur Gewinnung eines einheitlichen und allgemeinen Maßes zur Dosierung der Röntgenstrahlen, M. m. W. 1921, Nr. 13 S. 396.
174. Fiedler, L., Zur Hauteinheitsdosis, Zbl. f. Gyn. 1919 Nr. 35.
175. Halberstaedter, L., Biologische Fragen bei der Strahlentherapie maligner Tumoren, D. m. W. 1921 S. 1154—1155.
176. Ritter, Hans, Rost, G. A., Krüger, R., Experimentelle Studien zur Dosierung der Röntgenstrahlen mit dem Sabourandschen Dosimeter, Strahlenther. 5 S. 471.
177. Holfelder, Hans, Strahlentherapie, M. Kl. 1920 Nr. 34.
178. Freund, L., und Valentin, Eduard, Eine Röntungsskala, D. m. W. 1922, Nr. 25 S. 839.
179. Heitz, Friedrich, Das Paraphin-Wachspanthom zur Messung der Röntgenstrahlenenergie, Strahlenther. 1923, 15 S. 683.
180. Heidenhain, L., Dosierung der Röntgenstrahlen, Strahlenther. 10 S. 414.
181. Mayer, Robert, Inwieweit stören Knochen in der Überschiebt die Bestrahlung der unter ihnen liegenden Gewebe? Strahlenther. 7 S. 515.
182. Groedel, Franz, M., Grundlage und Aussichten eines neuen röntgentherapeutischen Verfahrens, Homogenisierung der Röntgenstrahlen mittels eines Gewebsäquivalentfilters, D. m. W. 1921, Nr. 1 S. 16.
183. Dessauer, F., und Vierheller, F., Die Tiefenwirkung der Röntgenstrahlen, Strahlenther. 1921, H. 3 S. 655—690.
Warnekros und Dessauer, Wendepunkt in der Technik der Tiefentherapie, Strahlenther. 11 S. 151.
Vierheller, F. Die Verteilung der Röntgenenergie in der Körpertiefe, Strahlenther. 13 S. 535.
184. Dessauer, Die physikalischen und technischen Grundlagen der Tiefenbestrahlung, Strahlenther. 1912, 1 S. 310.
185. Jüngling, Otto, Untersuchungen zur chirurgischen Röntgentiefentherapie, Strahlenther. 1919 H. 2 S. 501.
186. Jaekel,
187. Gottlieb, Charles, Zur Frage der Isodosenkurven in der Röntgentherapie, D. m. W. 1923, Nr. 32.
188. Holfelder, Hans, Das Problem der räumlich homogenen Dosierung in der chirurgischen Röntgentiefentherapie und seine Lösung durch den Felderwähler, M. m. W. 1920, Nr. 32 S. 926—928.
189. Krause, Paul, Band 3: Röntgentherapie des Handbuchs der gesamten Anwendung der Elektrizität in der Medizin. Verlag von Werner Klinkhardt-Leipzig, 1922—24.
Meyer, Hans, Lehrbuch der Strahlentherapie. Urban & Schwarzenberg, 1924.
Salzmann, Die Röntgenbehandlung innerer Krankheiten. Lehmanns Verlag, München 1923.
190. Wintz, Die Röntgentherapie der Gynäkologie, Strahlenther. 1924, 15 H. 5.
191. Derselbe, Die Röntgenbehandlung des Uteruskarzinoms. Thieme 1924.
192. Jüngling, O., Zur Methodik der chirurgischen Röntgentiefentherapie. Das Prinzip der willkürlichen Formgebung zwecks homogener Durchstrahlung, Strahlenther. 1923, 14 S. 800.
193. Jaekel und Sippel, Über die Konzentration der Röntgenstrahlen und die Erhöhung des Dosenquotienten durch Streustrahlung, M. m. W. 1921 S. 604.
194. Kok, Fr., und Vorlaender, K., Biologische Versuche über die Wirkung der Bestrahlung auf das Karzinom, Strahlenther. 1922, 14 S. 497.
Dieselben, Biologische Versuche über die Wirkung der Bestrahlung auf das Karzinom, Strahlenther. 1923, 15 S. 561.
195. Opitz, Randbemerkungen über Unterstützung und Ersatz der Strahlenbehandlung bösartiger Geschwülste, Strahlenther. 1913, 3 S. 251.
Derselbe, Zum Problem der Dosierung von Röntgen- und Radiumstrahlen, Kl. W. 1923, Nr. 6 S. 243—247.

186. Caspari, W., Betrachtungen über das Krebsproblem, besonders vom Standpunkt der Immunität, Zschr. f. Krebsforsch. 1922, 19, H. 1 S. 74.
Derselbe, Tumor und Immunität, Strahlenther. 1923, 15 S. 831.
197. Keysser, Fr., Das Versagen der Röntgentiefenbestrahlung und die Bedeutung der biologischen Prophylaxe für eine erhebliche Verbesserung der operativen Behandlung bösartiger Geschwülste, Arch. f. klin. Chir. 1921, H. 1 S. 97—105.
Derselbe, Neue Wege zur biologischen Dosierung der Röntgen- und Radiumstrahlen in der Geschwulstbehandlung auf Grund neuer Feststellungen über die Strahlenwirkung auf Impftumoren, M. m. W. 1921, Nr. 1 S. 4—8.
198. Murphy, James, und Morton, John, The effect of Roentgen-rays on the rate of growth of spontaneous tumors in mice, The Journal of Experim. Medic. 1915, 22, Nr. 6 S. 800.
199. Wood, Francis Carter, und Prime, Frederick, Lethal Dose of Roentgen-rays for Cancer Cells, The Journal of the Americ. Medic. Association 1920, 74 S. 308.
200. Friedrich, W., und Behne, K., Über die Bedeutung der Bestrahlungstechnik für die Stärke der biologischen Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Uteruskarzinom, Strahlenther. 11 S. 35.
201. Siegel, P. W., Die Veränderungen des Blutbildes nach gynäkologischen Röntgen-, Radium- und Mesothoriumbestrahlungen und ihre klinische Bedeutung, Strahlenther. 11 S. 64.
202. Zimmer, Gerhart, Über Blutveränderungen nach Röntgen- und Radiumbestrahlungen, Dissertation Erlangen 1921.
203. Schmidt, H. E., Zur Frage der Homogenbestrahlung, Fortschr. 13/42.
204. Miescher, G., Die Röntgenempfindlichkeit des Magens als Ursache des Röntgenkaters, Strahlenther. 1920, 11 S. 980.
205. Krause, P., Ziegler, K., Experimentelle Untersuchungen über die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf tierisches Gewebe, Fortschr. d. Röntgenstr. 10 H. 3.
Derselbe, Kritische Beiträge zur Röntgentiefentherapie, Fortschr. d. Röntgenstr. 20 H. 2.
206. Lavedan, J., et Monod, O., Troubles cardio-vasculaires déterminés par les rayons au cours du traitement des néoplasmes. Cpt. rend. des séances de la soc. de biol. 1922, 87 Nr. 22 S. 153.
207. Warren, S. A., and Whipple, G. H., Roentgen ray intoxication. I. Unit dose over thorax negative-over abdomen lethal. Epithelium of small intestine sensitive to X-rays, Journ. of exp. med. 1922, 35, Nr. 2 S. 187. II. A study of the sequence of clinical anatomical and histological changes following a unit dose of X-rays. Journ. of exp. med. 35, 1922, Nr. 2 S. 203.
Derselbe, Roentgen ray intoxication.
208. Groedel, F. M., und Lossen, H., Über den Röntgenkater, Verh. d. Deutsch. Röntgenges. 1921 S. 72, Fortschr. d. Röntgenstr., Kongreßheft 21.
209. Holfelder, Hans, Atlas von Körperdurchschnitten für den Gebrauch in der chirurgischen Röntgentherapie, Verlag von Julius Springer, Berlin 1924.
210. Franz, Tödliche Darmverbrennung ohne Hautverbrennung bei Karzinomkranken, B. kl. W. 1907 Nr. 27.
211. Mühlmann, E., und Meyer, O., Beiträge zur Röntgenschädigung im tiefegelegenen Gewebe, Strahlenther. 1923, 15 S. 48.
212. Fischer, Bernhard, Über Bestrahlungsnekrosen des Darmes, Strahlenther. 13 S. 333.
213. Müller, Max, Über Röntgenschädigungen der Urinblase, Strahlenther. 13 S. 129.
214. Schwarz, Egbert, Über Schädigungen bei der Röntgenbehandlung von Myomen und hämorrhagischen Metrophatien, Strahlenther. 1923, 15 S. 398.
215. Albers-Schönberg, Zur Technik der Röntgentherapie, Zbl. f. Chir. 1904 S. 1265.
216. Caesar, Friedrich, Zur Frage der Intensitätsverteilung der Röntgenstrahlen, Strahlenther. 1923, 15 S. 103.
217. Halberstaedter, L., und Tugendreich, F., Die Bedeutung der die Röntgenröhre rückwärts verlassenden Strahlung und die Notwendigkeit einer geeigneten Schutzvorrichtung, M. Kl. 1921, Nr. 9 S. 252.
218. Pape, Karl, Röntgenstrahlen und Röntgenschutz, Strahlenther. 1923, 14 S. 848.

219. Holzknecht und Grünfeld, Ein neues Material zum Schutz der gesunden Haut gegen Röntgenlicht und über radiologische Schutzmaßnahmen im allgemeinen, M. m. W. 1903 Nr. 28.
 220. Albers-Schönberg, Schutzvorrichtungen für Patienten, Ärzte und Fabrikanten gegen Schädigungen durch Röntgenstrahlen, Zbl. f. Chir. 1903 S. 637.
 221. Walter, B., Die Röntgenschutzwirkung des Bleies und einiger anderer Stoffe, Strahlenther. 1913, 3 S. 712.
 222. Schmidt, H. E., Die Unzulänglichkeit der üblichen Schutzvorrichtungen in den Röntgeninstituten, Strahlenther. 1913, 3 S. 722.
 223. Krüger, Rudolf, Experimentelle Untersuchungen zum Röntgenschutz mit besonderer Berücksichtigung der Sekundärstrahlenwirkung, Strahlenther. 1913, 3 S. 839.
 224. Kohler, A., Über wichtige Grundsätze bei der Anlage von Röntgenbehandlungsräumen, M. m. W. 1918 S. 566.
 225. v. Dechend, Über Schutzmittel gegen Röntgenstrahlen, insbesondere röntgenstrahlenundurchlässige Baumaterialien, Strahlenther. 11 S. 851.
 226. Lorey, Alex., Über Schutzmaßnahmen im Röntgenbetrieb, M. m. W. 1921, 68 S. 1187.
 227. Nogier, Lyon, Ungenügender Röntgenschutz und seine Gefahren, Arch. d'Elektr. méd., Mai 1916 S. 129.
 228. Helmer, William F., High tension electric shocks in roentgenologie practice, Americ. journ. of roentgenol. 1922, 9, Nr. 6 S. 365.
 229. Narat, Joseph, Treatment after irradiation with roentgen rays, Journ. of the American assoc. 79, 1922. Nr. 20 S. 1681.
-

Irrtümer der Röntgentherapie chirurgischer Erkrankungen

Von

Privatdozent Dr. **Hans Holfelder**

Mit 8 Textabbildungen

Die Irrtümer und Gefahren, welche speziell bei der Durchführung chirurgischer Röntgentherapie auftreten können, decken sich im großen und ganzen mit der großen Zahl der Irrtümer und Gefahren, welche bei der Röntgentherapie überhaupt den Anlaß zum Mißerfolg geben können. Es muß deshalb in erster Linie auf die Schilderung der Irrtümer der Röntgentherapie im allgemeinen im Anfang dieses Buches hingewiesen werden. Unter dieser Voraussetzung können wir mit wenig Worten die besonderen Irrtümer schildern, welche speziell auf dem Gebiete der Chirurgie vorhanden sind. Wir setzen also stets voraus, daß der Leser die Irrtümer und Gefahren, welche im allgemeinen Teil geschildert sind, wohl zu vermeiden weiß und fügen nur das hinzu, was speziell auf dem Gebiete der Chirurgie von Interesse ist.

Eine Hauptregel können wir für das Gebiet der chirurgischen Röntgentherapie, bei der es sich fast ausschließlich um die Behandlung tiefliegender Krankheitsherde handelt, an die Spitze unserer Betrachtung für die Vermeidung von Irrtümern setzen. Man soll stets die Bestrahlung in der Weise durchführen, daß die überliegenden Gewebe, insbesondere die Haut, mit Röntgendosen belastet werden, welche geringer sind als die Wirkungs-dosis am Krankheitsherd, oder die Wirkungs-dosis am Krankheitsherd auf der Haut wenigstens nicht überschreiten. Wenn man so vorgeht, wird man stets oder wenigstens fast immer erheblich unter der Toleranzgrenze der Haut bleiben können. Dadurch vermeidet man es, daß kleine Irrtümer in der Dosierung zu verhängnisvollen Hautverbrennungen führen können. Man hat dadurch gewissermaßen einen Spielraum gewonnen, der die Gefahr der Hautverbrennung auf ein zu vernachlässigendes Minimum herabdrückt. Die Befolgung dieser Regel schließt von vornherein die sonst unvermeidlichen schweren Folgen von kleinen Dosierungsirrtümern aus. Die Haut des Patienten ist auf diese Weise der sonst so starken Gefahr der Röntgenverbrennung enthoben.

Vor allem ist außerdem aber auf eine ganze Reihe von besonders strahlenempfindlichen Organen aufmerksam zu machen, deren Schädigung von unangenehmen Folgen begleitet zu sein pflegt. Man muß auf dem ganzen Gebiete der chirurgischen Röntgentherapie stets, wenn man Dosen von mehr als 50% der H. E. D. als räumlich homogen verteilte Wirkungs-dosis verabfolgt, an die besondere Empfindlichkeit dieser Organe denken, um sich davor zu hüten, daß eines oder das andere derselben unnötiger- und irrtümlicherweise in den bestrahlten Bereich hineinbezogen wird. Irrtümlicherweise nimmt man häufig an, daß jede Gefahr der Schädigung dieser Organe beseitigt ist, sofern man mit Wirkungs-dosen arbeitet, welche unter 50% der H. E. D. liegen. Es sei aber gerade in diesem Zusammenhang auf das Kapitel über die Latenzzeit der Strahlenwirkung und die zeitliche Verteilung der Röntgendosis im Allgemeinen Teil aufmerksam gemacht. Gerade die durch die Latenzzeit der Strahlenwirkung bedingte Kumulationsgefahr ist für die strahlenempfindlich-

sten Gewebe des menschlichen Körpers anscheinend besonders groß. Man soll deshalb in Fällen, wo man eines der unten aufgezählten strahlenempfindlichen Gebilde mit in den Durchstrahlungsraum einbeziehen muß, auch der Kumulationsgefahr besonders Rechnung tragen, d. h. man soll in diesen Fällen die Pausen zwischen den Bestrahlungsserien besonders lang und die Zahl der Bestrahlungsserien nicht unnötig groß wählen, d. h. man soll die Indikation zur dritten oder vierten Strahlenbehandlung besonders sorgfältig abwägen.

Wir wissen, daß das Gehirn sehr wenig strahlenempfindlich ist und daß wir demselben ziemlich hohe Röntgendosen zumuten können. Dagegen wissen wir durch die klassischen Untersuchungen von Birch-Hirschfeld¹ daß das Auge, und zwar besonders die vorderen Teile des Auges sehr strahlenempfindlich sind und durch die früher üblichen mittelweichen Röntgenstrahlen leicht geschädigt werden können. Wir haben jedoch an dem Material der Frankfurter Chirurgischen Klinik bisher etwa 20 mal den ganzen Augapfel homogen mit einer Dosis von 100% der H. E. D. hartgefilterter Strahlen durchstrahlt, ohne dabei irgendwelche Schädigungen des Auges beobachtet zu haben. Auch Schinz hat ähnliche Erfahrungen mitgeteilt². Wir können daraus den Schluß ziehen, daß die Bestrahlung des Auges mit sehr harten Röntgenstrahlen erlaubt erscheint, falls die Lage des Krankheitsherdes einen Schutz des Auges vor Strahlen nicht zuläßt. Trotzdem besteht nach den Untersuchungen Birch-Hirschfelds und auch nach den Beobachtungen anderer Autoren durchaus die Möglichkeit einer Augenschädigung und es muß als ein röntgentherapeutischer Fehler betrachtet werden, wenn man ohne zwingenden Grund einen Augapfel mit hohen Röntgendosen durchstrahlt. Insbesondere aber ist vor der Bestrahlung mit mittelharten oder mittelweichen Röntgenstrahlen zu warnen! Die Indikation für die Durchstrahlung des Augapfels mit hohen Röntgendosen ist nur gegeben, wenn es sich um einen am Augapfel selbst oder hart retrobulbär befindlichen Krankheitsprozeß handelt. Solche Prozesse pflegen aber erfahrungsgemäß immer nur einseitig aufzutreten, so daß in diesen Fällen eine Schonung des Auges der gesunden Seite unbedingt gefordert werden muß. Bei Erkrankungen der Lider oder der Konjunktiven, welche die Indikation zu röntgentherapeutischen Eingriffen abgeben, handelt es sich dagegen meist um doppelseitige Prozesse. Deshalb darf man in diesen Fällen nicht unbekümmert die beiden Augäpfel durchstrahlen, sondern man schützt dieselben zweckmäßig vor der Hauptmenge der Strahlendosis durch vorherige Einlagerung von Bleiglasschalen, sogenannten Wesselyschalen.

Während der Knochen im allgemeinen als strahlenunempfindlich gilt und dies auch beim Schädelknochen der Fall ist, so daß man im allgemeinen den knöchernen Teilen des Körpers Röntgendosen zumuten kann, welche wesentlich höher als die H. E. D. liegen, muß doch davor gewarnt werden, dem Felsenbein allzu hohe Dosen zu verabfolgen. Man wird gerade bei Bestrahlungen am Schädel mit Rücksicht auf die Schonung der behaarten Kopfhaut leicht dazu verleitet, in dieser Beziehung unzweckmäßige Strahlenkegelüberkreuzungen besonders in das Gebiet der Schädelbasis zu verlegen. Wir sind selber einmal bei der Bestrahlung eines retrobulbären Orbitalsarkoms in diesen Fehler verfallen und die Patientin erkrankte an ziemlich schweren Röntgenschädigungen des Labyrinths und der Schnecke. Während das Orbitalsarkom

jetzt seit 3 Jahren ausgeheilt geblieben ist, bestehen die Symptome der Schädigung des inneren Ohres heute noch fast ungemindert fort.

Anläßlich dieses Falles möchten wir davor warnen, in Fällen von malignen Tumoren des Schädels aus allzu großer Rücksicht auf die Kosmetik es mit der Überkreuzung der Strahlenkegel in der Körpertiefe nicht so genau zu nehmen. Eine einmal eingetretene Röntgenschädigung ist meist äußerst hartnäckig und an so diffizilen Organen wie dem inneren Ohr wohl irreparabel!

Weiterhin muß es als ein Fehler in der Technik bezeichnet werden, wenn man bei Bestrahlungen in der Mund- und Rachenhöhle die Ohrspeicheldrüsen unnütz mit hohen Röntgendosen belegt und dadurch zum Versiegen bringt. Man soll überhaupt niemals unnütz ein drüsiges Organ mit hohen Röntgendosen durchstrahlen! So mißt z. B. Brock³ der inneren Sekretion der Ohrspeicheldrüse einen aktiven Einfluß auf die Ausheilung von Kankroiden zu. Wenn auch diese Auffassung Brocks noch keineswegs als sicher erwiesen gelten kann, so dürfte sie immerhin einen Fingerzeig dafür geben, daß man nicht ohne Zwang die Substanz dieser Drüse durch Röntgenstrahlen vernichtet. Häufig läßt sich allerdings die Durchstrahlung der Ohrspeicheldrüse nicht umgehen. Dann aber soll man dies immer nur einseitig tun. Die doppelseitige Funktionseinstellung der Speicheldrüsen ist für den Patienten äußerst lästig. Ist wirklich einmal die Bestrahlung beider Speicheldrüsen nicht zu umgehen, so soll man dies niemals gleichzeitig, sondern nacheinander tun und soll nach der Bestrahlung der einen Speicheldrüse solange warten, bis die Funktion derselben wiedergekehrt ist, ehe man die Bestrahlung der anderen Speicheldrüse vornimmt.

Gegenüber den Röntgenstrahlen ganz besonders gefährdet ist der Kehlkopf. Die Frage der Kehlkopfschädigungen durch Röntgenstrahlen ist in letzter Zeit durch Jüngling in der Literatur angeschnitten worden. Jüngling⁴ teilt eine ganze Reihe von Fällen mit, welche wegen Kehlkopfkarzinoms von ihm bestrahlt worden sind und bei denen es zu schweren Nekrosen des Kehlkopfes gekommen ist. Weitere Mitteilungen über Kehlkopfschädigungen finden sich in der Literatur von Hofmeister⁵, Wetzel⁶, Mühlmann und O. Mayer⁷ und Schmitz⁸. Alle diese Fälle sind zweifellos durch Überdosierung entstanden. Die Gefahr der Überdosierung ist beim Kehlkopf besonders groß, sobald man von zwei Seiten bestrahlt, weil durch entsprechende Drehung des Halses jedesmal der Kehlkopf dicht unter die Oberfläche rückt und daher in beiden Fällen dem Einfluß der Röntgenstrahlen stärker ausgesetzt wird als die übrigen Gewebe des Halses. Auch wir haben zwei Fälle mit fortgeschrittenem Kehlkopfkarzinom an einer jauchenden Nekrose des Schildknorpels zugrunde gehen sehen, die wohl nicht nur als Folge des Karzinoms, sondern auch als Röntgenschädigung gedeutet werden könnten. Es scheint, daß, ganz abgesehen von der durch die Lageveränderung und den Luftraum des Kehlkopfes bedingten stärkeren Exposition dieses Organes gegenüber den Röntgenstrahlen, der Kehlkopfknorpel eine ganz ausgesprochene Strahlenempfindlichkeit aufweist. Man tut deshalb gut, den Kehlkopfknorpel, d. h. den Kehlkopf selbst niemals mit einer stärkeren Röntgendosis als mit 90% der H. E. D. zu durchstrahlen! Wir haben glücklicherweise gerade beim Kehlkopfkarzinom auch keine höheren Röntgendosen notwendig, da das Kehlkopfkarzinom offenbar zu einem der besonders strahlenempfindlichen Kar-

zinome gehört. Was die technischen Richtlinien zur Vermeidung der Überdosierung beim Kehlkopf anlangt, so hat Jüngling⁴ eine besondere Methode des Viereckumbaues des Halses mit Radioplastin angegeben. Dadurch lassen sich die Dosenverhältnisse besser berechnen, und da der Körper des Patienten absolut symmetrisch während der Bestrahlung gelagert wird, kann der Kehlkopf sich auch nicht unbemerkt einem Bereich stärkerer Strahlenintensität nähern. Abb. 1 und 2 erläutern diese Methode in anschaulicher Weise.

Wir ziehen es dagegen vor, gerade die Möglichkeit der Subkutanverlagerung des Kehlkopfes durch Kopfdrehung auszunutzen, um denselben möglichst isoliert zu durchstrahlen. Wir drehen also absichtlich bei Verabfolgung des rechten

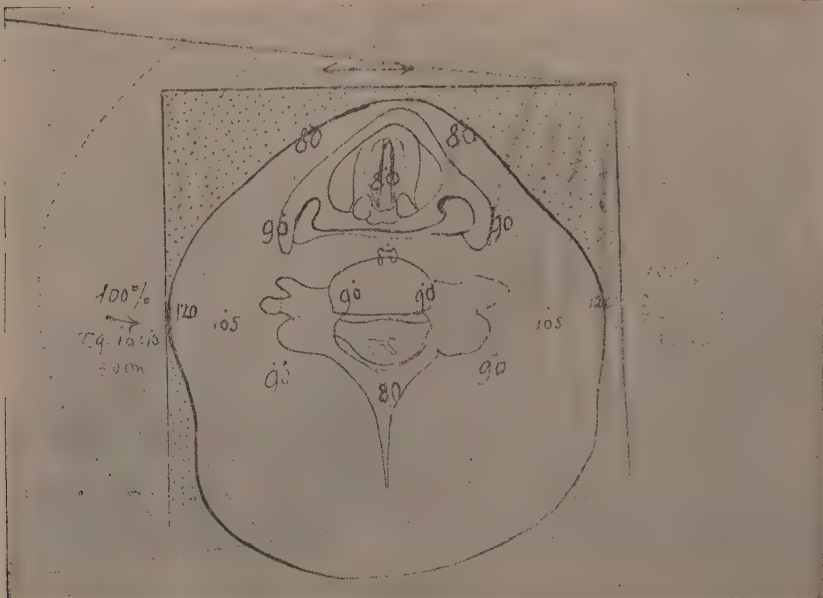


Abb. 1. Dosenverteilung nach der Umbaumethode von Jüngling. Umbau mit dünner Vorderwand. Bestrahlung von zwei Seiten. Dosis in der Larynxgegend nur 80% der H. E. D. (Technik bei Larynxpapillom). (Aus Jüngling: Über Röntgenspätbeschädigungen des Kehlkopfes.)

Seitenfeldes den Kopf nach links und bei Verabfolgung des linken Seitenfeldes den Kopf nach rechts und drängen so jedesmal den Kehlkopf ganz dicht unter die Haut des Halses. Um bei diesem Verfahren die Dosierung sicher zu gestalten, darf die Summe der Oberflächenbelastung der beiden zu verabfolgenden Felder 90% der H. E. D. nicht überschreiten. Wir belasten also in diesem Falle das einzelne Hautfeld nicht stärker als mit 45% der H. E. D. Durch den besonderen Kunstgriff der Kehlkopfverlagerung erreichen wir, daß diese Dosis absolut ausreichend homogen und sicher dem ganzen Kehlkopf zuteil wird.

Die Gefahr der Röntgenschädigung des Kehlkopfes droht nicht nur beim Kehlkopfkarcinom, sondern sogar auch bei der Röntgenbehandlung der tuberkulösen Halsdrüsen. Während es aber im ersteren Falle im wesentlichen die absolute Überdosierung ist, welche die Verbrennungsgefahr des Schilddrüsens

bedingt, so wird in diesem Falle die Verbrennungsgefahr wohl ausschließlich durch die Kumulationswirkung einzelner verzettelter Dosen, zumal bei doppelseitiger Drüsenerkrankung heraufbeschworen. Es ist deshalb gerade bei der Bestrahlung von doppelseitigen Halsdrüsenlymphomen ganz besonders vor der Unsitte der Dauerbehandlung mit verzettelten Dosen zu warnen!

Bei Bestrahlungen im Gebiete des Schlundes zwingt uns die Rücksicht auf die Freiheit der Atemwege ganz besonders zur Einschränkung einer zu

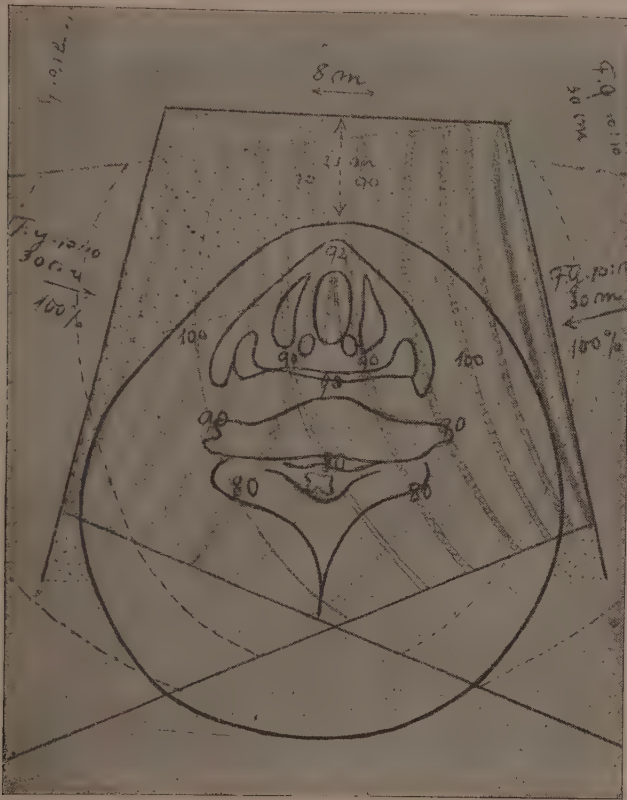


Abb. 2. Dosenverteilung nach der Umbaumethode von Jüngling. Umbau mit dicker Vorderwand. Bestrahlung von zwei Seiten. Dosis in der Larynxgegend 90—92% der H. E. D. (Technik bei Larynxkarzinom). (Aus Jüngling: Über Röntgenspätbeschädigungen des Kehlkopfes.)

starken Frühreaktion. Wir müssen deshalb stets für entsprechende Verteilung der Sitzungen Sorge tragen, wenn eine Behinderung der Atemwege im Bereich der Möglichkeit liegt.

Dasselbe gilt für die Bestrahlungen im Gebiete des Brustkorbes, falls die Atmungswege im Bestrahlungsgebiet liegen. Besonders wichtig ist dies, wenn schon von vornherein Atemnot besteht, z. B. bei der Bestrahlung eines Mediastinaltumors oder bei der Bestrahlung einer Thymushyperplasie. Ein Erstickungstod nach der Bestrahlung eines Mediastinaltumors ist von Czepa⁹ beobachtet worden.

Absolute Überdosierungen im Bereich der Brusthöhle kommen bei unzureichender Bestrahlungstechnik des Mammakarzinoms vor. Wir haben selbst einen Fall an einer schweren Bronchopneumonie verloren, bei dem wir zur Ergänzung des Doppelfernfeldes noch von der Rückseite, vom Schulterblatt her, ein weiteres Feld entgegenwirken ließen. Die tödliche Pneumonie blieb dabei haarscharf auf die Ausdehnung des von rückwärts angesetzten Strahlenkegels beschränkt. Ähnliche Fälle sind von Wintz¹⁶ beschrieben worden. Deshalb ist vor einer derartigen Bestrahlungstechnik, wie sie in Abb. 3 dargestellt ist, dringend zu warnen. Auch sonst sind Bestrahlungen der Brust-

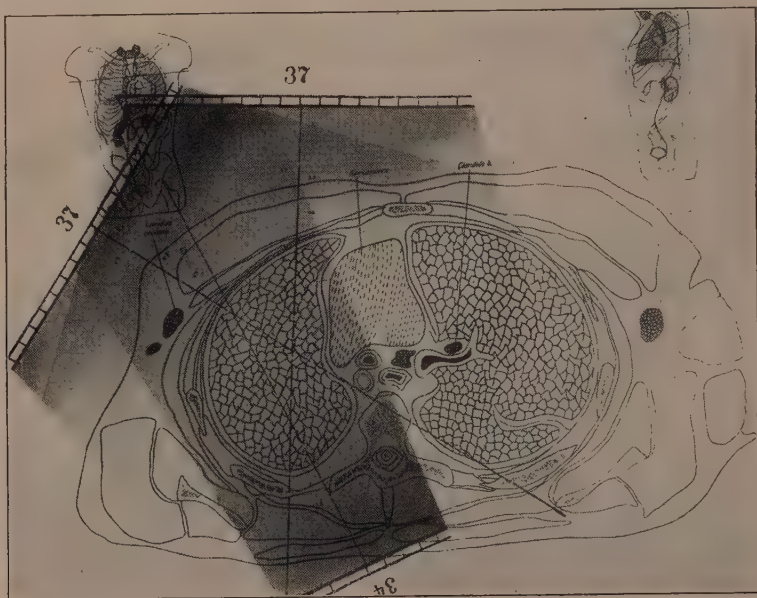


Abb. 3. Dosenverteilung bei einer von uns vorübergehend ausgeführten Bestrahlungstechnik des Brustkrebses. Das Rückenfeld führt u. U. zu einer Überdosierung im rückwärtigen Lungengewebe. Wir erlebten eine tödlich verlaufene Pneumonie, welche haarscharf auf die Grenzen des von rückwärts angesetzten Strahlenkegels beschränkt blieb. Deshalb ist vor dieser Bestrahlungstechnik zu warnen.

höhle mit hohen Dosen keineswegs gleichgültig. Begrenzte Nekrosen im Gebiete des Mediastinums mit nachfolgenden Narbenschwundungen können zu schwerer Dyspnoe Veranlassung geben. Wir haben zweimal nach der Bestrahlung von Mediastinaltumoren noch lange nach der Ausheilung der Tumoren durch Schrumpfungsprozesse bedingte dyspnoische und kardiale Symptome beobachtet, welche den Patienten ziemlich zu schaffen machten. Auch Tugendreich hat ähnliche Beobachtungen nach Bestrahlungen im Gebiete der Brusthöhle gemacht, wie er mir persönlich mitteilte. Alle diese Beobachtungen zwingen uns dazu, die Durchstrahlung der Brusthöhle mit hohen Röntgendosen keineswegs als einen harmlosen und leicht verträglichen Eingriff anzusehen, sondern immerhin als einen differenten Eingriff zu werten, der nur auf das erkrankte und gefährdete Gebiet beschränkt bleiben und niemals unnötig auf andere Teile der Brusthöhle ausgedehnt werden soll.

Die Magenwand selbst kann keineswegs als besonders strahlenempfindlich bezeichnet werden. Der von Wetzel⁶ mitgeteilte Fall von Perforation der vorderen Magenwand nach Röntgenbestrahlung muß nach der Schilderung der Bestrahlungstechnik unbedingt als durch Überdosierung infolge unzumutbarer Überkreuzung entstanden gedeutet werden (siehe Abb. 3). Ich habe im Tierversuch derartige Geschwürsbildungen unter den gleichen wie in Abb. 4 dargestellten Bedingungen regelmäßig erzeugen können. Niemals aber trat bei stumpfwinkliger Überkreuzung zweier Strahlenkegel eine Geschwürsbildung der Magenwand ein. Auch die verschiedenen Fälle von Darmnekrosen

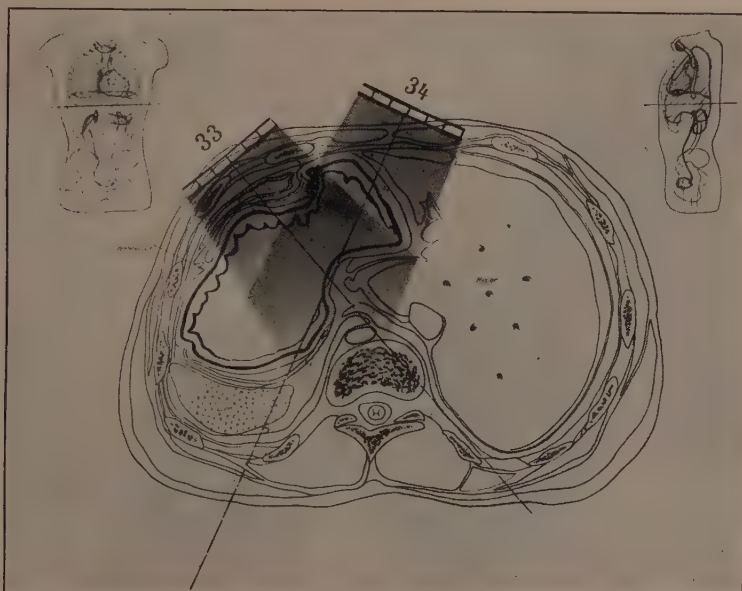


Abb. 4. Mutmaßliche Dosenverteilung bei dem von Wetzel mitgeteilten Fall von Perforation der vorderen Magenwand nach einer Röntgenbestrahlung, die mit zwei Feldern ausgeführt wurde.

ohne Hautschädigung, welche in der Literatur mitgeteilt sind (Bernhard Fischer¹⁰, Benthin¹¹, Franz¹², v. Franque¹³, Egbert Schwarz¹⁴ u. a., sind sicherlich auf unzumutbare Überkreuzung mehrerer Strahlenkegel zurückzuführen. Siehe auch diesbezüglich den allgemeinen Teil! Wir erlebten an unserer Klinik einen solchen Fall, dessen Krankengeschichte besonders lehrreich ist und deshalb hier angeführt zu werden verdient: 53jähriger Mann, Hauptbuch Nr. IV, 315, früher immer gesund, seit März 1921 Beschwerden beim Stuhlgang, Tenesmen, Stuhldrang, Blut- und Schleimabgang. Kräftiger Körperbau. Innere Organe o. B. Etwa 1½ Querfinger oberhalb des Anus findet man einen ins Darmlumen weit vorspringenden, auf der Unterlage verschieblichen, aber kraterförmig zerklüfteten Tumor. 3. Dezember 1921. Operation (Professor Schmieden): Abdominosakrale Rektumamputation. Bauchhöhle und Leber erwiesen sich frei von Metastasen. Die Sigmaschlinge wird durchtrennt, das abführende Ende blind verschlossen und exstirpiert, das zuführende

Ende als Anus praeter in die linke Inguinalgegend eingenäht. Die Untersuchung des exstirpierten Präparates ergibt ein 7 cm hohes und 9 cm breites rundes Geschwür mit wallartigen Rändern in der Pars ampullaris recti. Mikroskopisch: Adenokarzinom. In den mitexstirpierten Drüsen kein Karzinom nachweisbar. Wundverlauf fieberfrei. Patient erholt sich schnell. 25. Januar 1922. prophylaktische Nachbestrahlung. Herddosis in das kleine Becken, besonders in die Kreuzbeingegend 110% der H. E. D. Wir führten damals ganz allgemein einen Bestrahlungsplan aus, wie er etwa in Abb. 16 und 17 des allgemeinen Teils für, das Uteruskarzinom angedeutet ist. Nur kamen wir wegen der ungenügenden

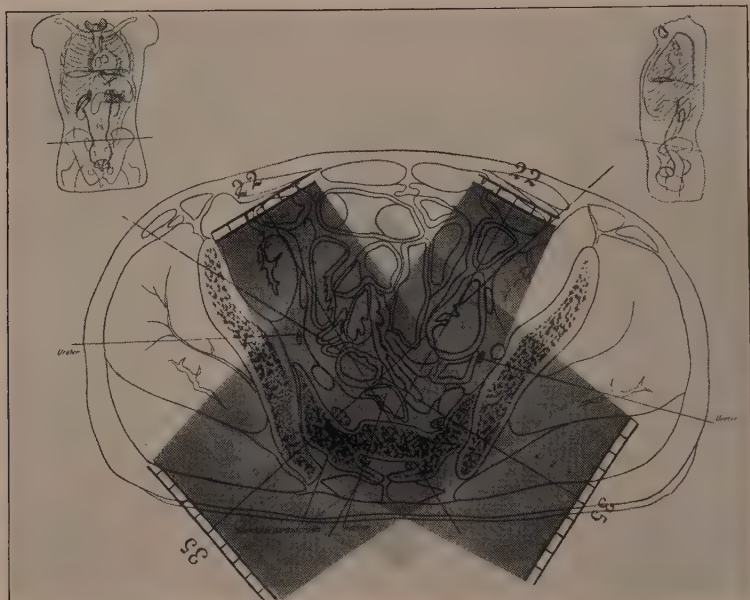


Abb. 5. Dosenverteilung bei der prophylaktischen Bestrahlung unseres Falles (Nr. IV, 315) mit radikal operiertem Rektumkarzinom. 25. Januar 1922. Zwei Felder 10×20 cm von hinten über den Gesäßbacken nach dem kleinen Becken zu neigend, ein Feld vom Damm her (hier nicht dargestellt), zwei Felder 6×8 cm mit Kompression der Bauchdecken und gleichzeitiger Neigung ins kleine Becken.

Tiefenwirkung der uns damals zur Verfügung stehenden Strahlenqualität mit 4 Feldern nicht aus und mußten statt des einen vorderen Abdominalfeldes zwei kleine Felder verabfolgen (s. Abb. 5). Die Bestrahlung wurde gut vertragen und der Patient erholte sich sichtlich. Am 7. April 1922 nahmen wir die zweite prophylaktische Nachbestrahlung vor. Der Bestrahlungsplan war dabei ganz ähnlich. Aber unglücklicherweise wurden infolge eines Mißverständnisses die beiden vorderen Abdominalfelder nicht als Kleinfelder (6×8), sondern als mittelgroße Felder (10×12 cm) gegeben. 14 Tage nach der zweiten Bestrahlung stellten sich bereits kolikartige Schmerzen und Durchfälle ein. Diese letzteren ließen jedoch im Laufe des Juni nach. Am 12. Juli 1922 stellte sich Patient mit den Erscheinungen eines subakuten Ileus (Erbrechen!) wieder ein. Am 14. Juli 1922 zweite Operation (Professor Schmieden). Es findet sich die unterste

Ileumschlinge fest im kleinen Becken mit der Beckenwand verwachsen und zeigt ein völlig weißes, narbiges Aussehen. Zuckergußdarm oder Seidendarm (Schmieden). Es ist kein Zweifel, daß die ergriffene Schlinge völlig unwegsam ist und daß die Veränderung dieser einen Darmschlinge als isolierte Röntgenschädigung aufgefaßt werden muß. Abb. 6 zeigt die Dosenverteilung bei der zweiten Bestrahlung des Patienten. Ein Blick darauf sagt uns, wo wir die Ursache der Schädigung zu suchen haben und daß nicht etwa eine besondere Empfindlichkeit des Darmes, sondern ein technischer Fehler in der Dosierung die Schuld an der Schädigung trägt. — Es wird zwischen dem freien Ende des Ileum

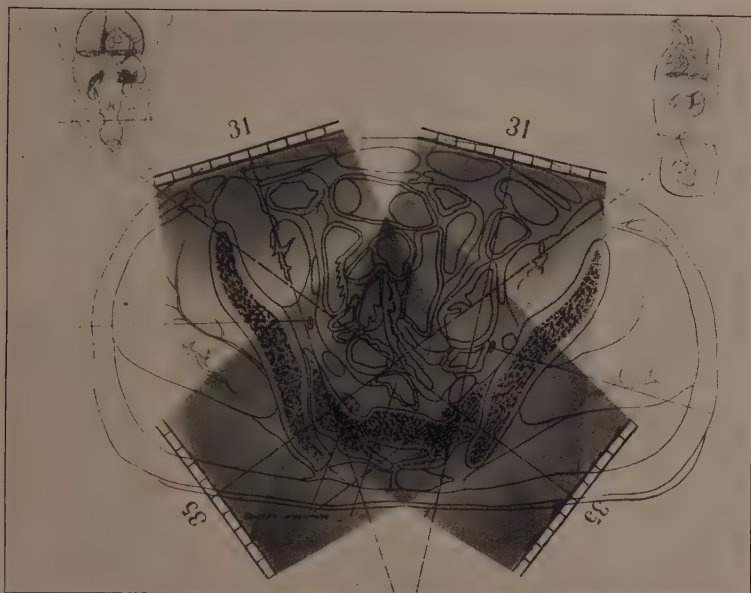


Abb. 6. Dosenverteilung bei der zweiten prophylaktischen Nachbestrahlung unseres Falles (Nr. IV, 315) mit radikal operiertem Rektumkarzinom. 7. April 1922. Die Bestrahlung wurde in ähnlicher Weise wie am 25. Januar 1922 (s. Abb. 5) vorgenommen. Das Dammfeld ist nicht dargestellt. Versehentlich wurde bei den vorderen beiden Feldern statt der Feldgröße von 6×8 cm eine solche von 10×12 cm gewählt. Die Folge war die isolierte Röntgenschädigung einer Dünndarmschlinge.

und dem Colon ascendens eine breite Anastomose angelegt und die Bauchhöhle wieder geschlossen. Die ersten 4 Wochen nach der Operation bestehen noch starke Durchfälle, die durch Tierkohle und Opium nur mühsam gestillt werden können. Wundverlauf ohne Störung. Allmählich stellt sich die alte Regelmäßigkeit im Stuhlgang wieder ein. Nachuntersuchung im Januar 1924 zeigt den Patienten in gutem Allgemeinzustand, erwerbsfähig und ohne wesentliche Beschwerden. Der Verlauf des Falles zeigt deutlich, daß es sich um eine örtlich eng begrenzte Röntgenschädigung durch unzumutbare Überkreuzung gehandelt hat, denn wir fanden bei der Operation nur die eine Dünndarmschlinge seidendarmartig verändert, und der weitere klinische Verlauf hat bewiesen, daß die Röntgenschädigung nicht weiter fortgeschritten ist. Die Umgehung der geschädigten Schlinge hat genügt, um die Darmfunktion wiederherzustellen.

Wäre die Röntgenschädigung auf breitem Raume homogen erfolgt oder durch eine besondere Überempfindlichkeit des Darmes zu erklären, so hätte nicht nur die eine Schlinge, sondern größere Teile des Darmes von der Schädigung ergriffen werden müssen.

Bei sachgemäßer Entleerung des Magendarmkanals vor der Röntgenbehandlung ist die Gefahr einer Röntgenschädigung desselben keineswegs hoch einzuschätzen. Wir fanden im Gegenteil, daß die Magenwand sowohl wie die Darmwand Dosen von 110–120% der H. E. D. regelmäßig verträgt. Nur selten einmal erlebt man danach vorübergehend Durchfälle, aber niemals ernstere Schädigungen mit anatomischer Grundlage. Dagegen sind wesentlich stärkere Überdosierungen durch unzumutbare Überkreuzung gerade in der Bauchhöhle außerordentlich leicht möglich, da die leichte Verschieblichkeit der Bauchwand sowohl wie des Inhalts der Bauchhöhle Dosierungsfehlern in dieser Beziehung starken Vorschub leisten kann. Pedantische Gewissenhaftigkeit in der Anlage und Ausführung des Bestrahlungsplanes ist deshalb gerade in der Bauchhöhle zur Vermeidung von Dosierungsirrtümern besonders wichtig. An strahlenempfindlichen und besonders zu schonenden Organen im Gebiete der Bauchhöhle sind lediglich die Nebennieren und das Pankreas zu nennen. Die Nebennieren müssen als äußerst strahlenempfindlich gelten. Experimentelle Untersuchungen darüber sind vom Verfasser gemeinsam mit Peiper¹⁵ gemacht worden. Dabei kann jedoch betont werden, daß im Falle der Schädigung einer Nebenniere das andere Organ in sehr kurzer Zeit vikariierend hypertrophiert und den Funktionsausfall der geschädigten Nebenniere völlig ausgleicht. Es genügt deshalb vollständig, wenn man darauf bedacht ist, stets eine Nebenniere aus dem Strahlenbereich auszuschalten.

Die Strahlenempfindlichkeit der Bauchspeicheldrüse ist noch nicht quantitativ ermittelt. Man kann aber doch wohl annehmen, daß dieselbe ziemlich hoch ist. Wir haben sehr oft in Fällen von Pankreaskarzinomen das Organ zur Hälfte mit Dosen von 90%, 100%, ja sogar von 110% der H. E. D. durchstrahlt, ohne davon irgendwelchen Schaden oder Funktionsausfall zu sehen. Wir haben uns aber stets davor gehütet, das ganze Organ auf einmal den Strahlen auszusetzen, weil wir die Gefahr eines totalen Funktionsausfalles des Pankreas fürchteten. Wir möchten deshalb den Rat geben, bei Erkrankungen im Gebiete des Pankreas dieses Organ immer nur teilweise den Röntgenstrahlen auszusetzen.

Die Nieren und die Leber zeigen keine besondere Strahlenempfindlichkeit. Eine besondere Rücksichtnahme auf diese Organe ist deshalb nicht notwendig.

Dagegen wird es häufig übersehen, daß nicht nur die Ovarien der Frau, sondern auch die Hoden des Mannes äußerst strahlenempfindlich sind. Lenk¹⁹ hat in letzter Zeit wieder darauf aufmerksam gemacht, daß die Steigerung der Strahlenqualität heute wirksamere Schutzmaßnahmen auch in dieser Beziehung erfordert. Er empfiehlt bei Unterleibs- und Oberschenkelbestrahlungen die Hoden möglichst tief in das Skrotum hinabzuziehen und dort durch eine lange schnabelige Holzklemme nach Kriser zu fixieren. Das Skrotum selbst wird dann in ein tütenartig gefaltetes Bleiblech eingehüllt, das an der Skrotalwurzel möglichst eng zusammengezogen wird.

Eine große Quelle des Irrtums bietet auf dem Gebiete der Chirurgie die

falsche Indikationsstellung zur Strahlentherapie. Die Indikation zur Strahlentherapie ist auf dem Gebiete der Chirurgie als absolute Indikation nur gegeben, wenn 1. die Röntgenstrahlen in den krankhaft veränderten Geweben einen geeigneten Angriffspunkt finden, d. h. wenn die Zellen, die zu beeinflussen sind, die genügende Strahlenempfindlichkeit aufweisen und wenn 2. die Erfahrung lehrt, daß keine andere Therapie, insbesondere auch nicht die operative Therapie, eine sicherere Aussicht auf Heilung bietet. Treffen diese beiden Bedingungen ein so kann die Röntgentherapie aus absoluter Indikation auch nur dann angewandt werden, wenn 3. ein Röntgenarzt mit der ausreichenden praktischen Erfahrung vorhanden ist und diesem auch ein den modernen Anforderungen genügendes Instrumentarium zur Verfügung steht, so daß die „Röntgenoperation“ in der bestmöglichen Weise und somit mit der größten Aussicht auf Erfolg durchgeführt werden kann. Es ist ein gerade in Chirurgenkreisen noch immer sehr verbreiteter Irrtum, daß man glaubt, es mit der unter 3. gekennzeichneten Bedingung nicht so genau nehmen zu müssen. Die Röntgentherapie ist in vielen Krankenhäusern noch ein sehr vernachlässigtes Stiefkind. Man braucht sich nicht zu wundern, daß die Röntgentherapie die in sie gesetzten Erwartungen nicht erfüllt, wenn die Ausführung derselben irgendeinem jungen Assistenzarzt anvertraut wird, anstatt einen wirklich sachgemäß ausgebildeten Fachmann dafür heranzuziehen. Steht ein solcher Fachmann nicht zur Verfügung, so ist es besser, auf die Mithilfe der Röntgentherapie ganz zu verzichten und sie lieber durch andere operativ-chirurgische oder sonstige Methoden zu ersetzen, als den Patienten der großen Gefahr auszusetzen, daß ein Unkundiger die gefährliche Waffe der Röntgenstrahlen gegen ihn richtet.

Wenn wir die Indikation zur Röntgentherapie stellen, so setzen wir also stets voraus, daß ein geeignetes Instrumentarium unter wirklich sachkundiger Leitung hierfür zur Verfügung steht. Aber auch dann noch müssen die unter 1 und 2 angeführten Bedingungen erfüllt sein. Es ist z. B. ein Irrtum, wenn man ein Lipom oder einen solitärzystischen Tumor mit Röntgenstrahlen anzugreifen sucht. Weder die Fettzellen des Lipoms noch die Flüssigkeit der Zyste sind in irgendeiner Art durch die Röntgenstrahlen zu beeinflussen. Hier kann einzig und allein ein operativer Eingriff Hilfe bringen. Ein so skizzierter Irrtum dürfte wohl nur die Folge einer Fehldiagnose sein und es genüge hier ein Hinweis auf die Möglichkeit einer solchen! Die Diagnose muß vor der Therapie so weitgehend als möglich unter Zuhilfenahme aller diagnostischen Hilfsmittel geklärt sein. Nur wenn man zur Klärung der Diagnose eine Probeexzision benötigt, so tut man gut, diese erst einige Tage nach erfolgter Röntgentherapie auszuführen, um die durch die Probeexzision bedingte Gefahr der Metastasierung so weitgehend als möglich einzuschränken. Häufig aber wird die Röntgentherapie irrtümlich zur Behandlung von Leiden herangezogen, die an sich ihrer Natur nach zu den durchaus günstig zu beeinflussenden Krankheitsgruppen gehören, welche sich aber in einem Stadium der Erkrankung befinden, in dem sie den Röntgenstrahlen gegenüber sich absolut indifferent verhalten. So kann z. B. eine Mesenterialdrüsentuberkulose erst in dem Stadium der Verkalkung ausgesprochene klinische Symptome (Schmerzen und Krampfanfälle) auslösen (Zander²⁰). Die Ursache dieser Schmerzen ist in solchen Fällen nicht auf eine fälschlich vermutete Entzündung der Drüsen zurückzuführen, sondern kann vielmehr rein mechanisch, gewissermaßen als Fremdkörper-

wirkung der verkalkten Drüse erklärt und dementsprechend auch nur rein mechanisch durch einen operativen Eingriff behoben werden.

Haben wir es aber in der Tat mit einem erfahrungsgemäß strahlenempfindlichen Gewebe zu tun, z. B. mit einem sicher erwiesenen malignen Tumor oder einer sicher erwiesenen aktiven Tuberkulose, so darf die Indikation zur Röntgentherapie nur dann gestellt werden, wenn ein Schaden durch die Behandlung nicht herbeigeführt werden kann. Die Gefahr einer direkten Schädigung ist, wenn die unter 3. aufgeführten Bedingungen erfüllt sind, nur sehr gering anzuschlagen bzw. fast völlig zu vernachlässigen. Kein Geringerer als v. Hantsemann²¹ hat bereits vor Jahren darauf hingewiesen, daß die Schädigungsgefahr häufig überschätzt wird und daß sich Schädigungen bei geeigneter Technik und entsprechender Ausbildung des ausführenden Röntgenologen so gut wie sicher vermeiden lassen müssen. Viel häufiger ist dagegen eine andere indirekte Gefahr, nämlich die Gefahr, daß ein einem operativen Eingriff noch gut zugänglicher Krankheitsprozeß durch den Versuch der Röntgentherapie im Falle des Versagens derselben weiter fortschreitet und dadurch in ein für die operative Behandlung weniger günstiges Stadium überführt wird. Damit kommen wir zu der unter 2. aufgeführten Bedingung für die absolute Indikation zur Röntgentherapie. Wir müssen uns immer wieder vergegenwärtigen, daß nach unseren heutigen Kenntnissen der Erfolg der Röntgentherapie niemals vorausgesehen werden kann, sondern ganz ungewiß ist. Oft heilt ein scheinbar völlig aussichtsloser Fall zu unserem Erstaunen in der vollständigsten Form aus, aber ebensooft erleben wir es, daß viel weniger fortgeschrittene Fälle zu glatten Versagern der Röntgentherapie werden. Darin liegt der fundamentale Unterschied zwischen der Radikaloperation und der Röntgentherapie der malignen Tumoren, daß bei ersterer der klinische und topographische Befund gewisse Anhaltspunkte für die Stellung der Prognose bietet, während wir bei letzterer diesbezüglich heute noch keineswegs klar zu sehen gelernt haben. Deshalb muß es einstweilen als ein verhängnisvoller Irrtum bezeichnet werden, wenn man einen malignen Tumor, welcher sich im ersten Frühstadium der Entwicklung befindet, in welchem er die denkbar günstigsten Heilungsaussichten für die Radikaloperation bietet, erkennt und nicht sofort der chirurgischen Therapie zuführt. Trotz aller Fortschritte der modernen Röntgentherapie ist und bleibt die Radikaloperation für alle die Karzinome die Methode der Wahl, welche sich im ersten örtlich eng begrenzten Stadium der Entwicklung befinden und welche ihrer Lage nach durch einen operativen Eingriff ohne allzu große Lebensgefahr und ohne allzu große Verstümmelung mit erfahrungsgemäß günstiger Heilungsaussicht sicher entfernt werden können. Die Erfolge, welche die klassische Chirurgie bei der Frühoperation des Brustkrebses, des Darmkrebses und des Magenkrebses errungen hat, wird ihr kein klinisch geschulter Röntgenologe streitig machen! Wenn man hier auf dem Gebiete der Chirurgie in Anlehnung an die Entwicklung in der Gynäkologie auch für das Frühstadium der Karzinome die operative Indikation verwirft, so kann dies nur in Unkenntnis der klinischen Erfahrung geschehen. Denn die Sicherheit des Erfolges, welchen die Operation, wohlgemerkt im Frühstadium dieser Karzinome, aufzuweisen hat, kann wenigstens einstweilen die Röntgentherapie nicht entfernt erreichen.

Ganz anders aber wird die Frage, wenn es sich um Karzinome handelt, welche bereits weiter fortgeschritten sind und sich sozusagen an der Grenze der Operabilität befinden. Diese Grenze ist ja erfahrungsgemäß keine scharfe und absolut feststehende, sondern in weitem Maße von dem subjektiven Ermessen des einzelnen Operateurs abhängig. Vor der Ära der röntgentherapeutischen Erfolge war die Radikaloperation eines Karzinoms die einzige rationelle Therapie dieses Leidens. Man tat deshalb zu dieser Zeit recht daran, wenn man ein Karzinom als operabel ansah, wenn überhaupt die Entfernung desselben, wenigstens makroskopisch genügend einwandfrei, technisch durchführbar war. Die operativen Statistiken zeigen aber, daß in allen den Fällen, in denen die Ausdehnung des Karzinoms schon makroskopisch über das Frühstadium hinaus entwickelt ist und an die Grenze der technischen Durchführbarkeit der Operation heranrückt, die Heilungsaussichten durchaus schlecht sind. Es ist hier deshalb ein Irrtum, den viele Chirurgen begehen, wenn sie in diesem Stadium noch heute die Radikaloperation unternehmen und danach den Patienten der Röntgentherapie zuführen, weil sie die Prognose nach alleiniger Radikaloperation erfahrungsgemäß schlecht stellen müssen. Zwar kann auch dann noch die Röntgentherapie einen Teil dieser Fälle erfolgreich zur Ausheilung bringen, aber die Aussichten sind für die Röntgentherapie durch das Trauma des vorangegangenen schweren operativen Eingriffs schlechter, als wenn der Patient ohne den operativen Eingriff direkt in die Behandlung des Röntgenologen gekommen wäre. Wir haben betont, daß sich der Röntgenologe auf der einen Seite vor der irrtümlichen Ausdehnung seiner Indikation auf die operativ günstigen Krebsfälle im Frühstadium hüten muß, wir fügen dem hinzu, daß der Chirurg andererseits einen Irrtum begeht, wenn er heute noch eine Radikaloperation bei einem Krebskranken ausführt, bei dem die Ausdehnung des Tumors bereits hart an die Grenze des operativ technisch Durchführbaren heranreicht, es sei denn, daß die Operation im speziellen Falle einmal bewußt zur Erleichterung der Strahlentherapie ausgeführt wird, wie das unter speziellem Beispiel ausführlich geschildert werden soll.

Auch die inoperablen Karzinome gehören selbstverständlich in das Gebiet der Röntgentherapie. Hier kann ein Schaden durch die Röntgentherapie niemals verursacht werden, dagegen kann bei richtiger Dosierung nur Nutzen durch dieselbe gestiftet werden. Es ist ein Irrtum, wenn man ganz allgemein bei inoperablen Tumoren glaubt die röntgentherapeutische Aufgabe durch teilweise Entfernung des Tumors erleichtern zu können. Die Größe eines Tumors bietet an sich heute niemals besondere röntgentherapeutische Schwierigkeiten. Für die Röntgentherapie selbst ist das Vorhandensein einer größeren Menge von Tumorgewebe nicht nur der erforderliche Angriffspunkt, sondern sogar ein therapeutischer Vorteil. Die Radikaloperation entfernt den Tumor im ganzen und braucht zur Heilung des Karzinoms keineswegs die aktive Mitwirkung des Körpers des Kranken. Die Röntgentherapie greift den Tumor nur an, sie schwächt die einzelnen Tumorzellen und bedarf zur Ausheilung des Tumors der rechten aktiven Mitarbeit des kranken Körpers. Diese Tatsache erklärt zugleich die Unsicherheit der röntgentherapeutischen Prognosestellung. Sie bedeutet aber dabei einen sehr erheblichen prinzipiellen Vorteil der Röntgentherapie. Wenn die Abwehrkräfte des Körpers zum aktiven Kampf gegen das Karzinom gezwungen werden, so entsteht dadurch eine sehr wesentliche und

besonders für die Dauerheilung bedeutungsvolle Immunisierung des ganzen Körpers. Ohne auf die große Frage der Immunisierung gegen Karzinom hier näher eingehen zu können, soll nur betont werden, daß diese Immunisierung ohne das Vorhandensein eines karzinomatösen Zellkomplexes schwerlich vollkommen durchführbar sein wird. Wir glauben deshalb nicht fehlzugehen, wenn wir allein aus diesem Grunde die röntgentherapeutische Aufgabe der Tumorheilung im allgemeinen für leichter halten, wenn der Tumor als Angriffspunkt der Röntgentherapie noch im ganzen im Körper gelassen wurde, als wenn derselbe ganz oder teilweise auf operativem Wege vorher entfernt wurde.

Trotzdem können die speziellen topographischen Verhältnisse eine teilweise Entfernung eines malignen Tumors vor der Röntgentherapie als wünschenswert erscheinen lassen und es kann in speziellen Fällen sogar bei an sich inoperablen Tumoren ganz bewußt die Indikation zu einer teilweisen operativen Entfernung des Tumors mit dem Ziele der Verbesserung der röntgentherapeutischen Aussichten gestellt werden. Wenn wir oben erwähnten, daß die Größenausdehnung eines Karzinoms keine Erschwerung für den röntgentherapeutischen Angriff bedeutet, so gilt dies nur unter Berücksichtigung einiger spezieller Ausnahmen. Wir wissen z. B., daß das vegetative Nervensystem im Hypochondrium ganz besonders strahlenempfindlich ist und daß ein röntgentherapeutischer Eingriff nirgends so schwere Folgen zeitigt wie in der Gegend des Hypochondriums (Opitz¹⁶, Miescher¹⁷, Verfasser¹⁸). In diesem Gebiet muß man deshalb äußerst vorsichtig vorgehen und den zu durchstrahlenden Körperraum so klein wie möglich wählen. Jedes Kubikzentimeter Körpervolumen, das in der Gegend des Hypochondrium nicht durchstrahlt werden braucht, ist von Wichtigkeit. Je kleiner das im Hypochondrium durchstrahlte Körpervolumen, um so geringer die Nebenschädigung, um so größer die Heilungsaussichten! Dieser Gesichtspunkt gewinnt ganz besonders für die Behandlung des Magenkarzinoms praktische Bedeutung. Dazu kommt, daß der dauernde Saftstrom des Mageninhalts ein bestehendes Magenkarzinom nie zur Ruhe kommen läßt und auch die Auswirkung einer Röntgenbestrahlung höchst schädlich beeinträchtigt (Seitz und Wintz²²). Deshalb muß man unserer Erfahrung nach die absolute Indikation zur Resektion des karzinomatös erkrankten Magens auch dann stellen, wenn das Karzinom in seiner Gesamtheit nicht mehr operabel ist, d. h. wenn bereits Drüsenmetastasen in größerer Ausdehnung in den Mesenterien oder gar in der Leber vorhanden sind. Sofern der karzinomatös erkrankte Magenteil selbst noch beweglich ist und sich dessen Entfernung technisch durchführen läßt, erleichtert diese Operation die nachfolgende röntgentherapeutische Aufgabe außerordentlich. Eine weitere Erleichterung der röntgentherapeutischen Aufgabe kann der Chirurg schaffen, wenn er die Magenresektion nicht nach Billroth I, sondern nach Billroth II ausführt, so daß der Magen ganz nach links gelagert wird, und wenn er dann alle karzinomhaltigen Teile des Mesenteriums oder der Leber durch Raffnähte auf einen möglichst kleinen Raum in der Gegend des alten Pyloruslagers vereinigt (Holfelder¹⁸). Der Chirurg schützt sich vor irrtümlicher Indikationsstellung in solchen Fällen am besten dadurch, daß er den Röntgentherapeuten zur Operation zuzieht, denn die moderne Röntgentherapie übt auch in positiver Richtung einen starken umgestaltenden Einfluß auf die operative Indikations-

stellung und auf die spezielle Operationstechnik aus. Durch ein solches Hand-in-Hand-Arbeiten zwischen Chirurg und Röntgentherapeut lassen sich nicht nur bei den malignen Tumoren, sondern auch auf allen übrigen Gebieten die Heilungsaussichten beider Disziplinen außerordentlich verbessern. Hier wird in den nächsten Jahren noch enorm viel Arbeit zu leisten sein; das eine Beispiel vom Magenkarzinom möge nur dazu dienen, die Irrtümer, welche in beiden Lagern in der Auffassung über die Obliegenheiten der anderen Disziplin noch vorherrschen, zu zerstreuen und zu gemeinsamer Arbeit anzuregen.

Betrachten wir nun zunächst die Irrtümer, welche bei der Bestrahlung eines malignen Tumors entstehen können, nachdem die Indikation zur Röntgentherapie in richtiger Weise gestellt wurde. Die größte Gefahr bei der Bestrahlung chirurgischer Karzinome liegt in einer zu starken Frühreaktion. Es wurde schon im allgemeinen Teil erwähnt, daß eine zu starke Frühreaktion in der Gegend der Atemwege die Veranlassung zu einer schweren, unter Umständen zu einer katastrophalen Atemnot werden kann. Bei den enormen Strahlenintensitäten, welche der modernen Röntgentherapie zur Verfügung stehen, ist die Gefahr der Frühreaktion wieder mehr in den Vordergrund gerückt, und da wird man gut tun, in solchen Fällen die als notwendig erkannte Dosis in zwei oder drei dicht aufeinanderfolgenden Tagen, anstatt in einer Sitzung hintereinanderweg zu verabfolgen. Eine weitere Gefahr droht durch einen zu plötzlichen Zusammenbruch von sehr umfangreichem und sehr strahlenempfindlichem Tumorgewebe. Wir haben einmal den Ausbruch einer akuten tödlich verlaufenen Leukämie nach der Bestrahlung eines großen mediastinalen Lymphosarkoms beobachtet. Die Krankengeschichte des besonders typischen Falles sei deshalb kurz mitgeteilt: 16jähriger Junge mit schwächlichem Körperbau und blasser Hautfarbe. Familiengeschichte und Vorgeschichte ohne Besonderheiten. Seit 4 Wochen zunehmende Atemnot. Seit 14 Tagen bemerkte Patient einen allmählich wachsenden, jetzt kleinfautgroßen Tumor an der linken Halsseite. 14. November 1912 Röntgenaufnahme (s. Abb. 7) entdeckt einen mächtigen Mediastinaltumor, welcher dem Herzschatten breit aufsitzt. Das Blutbild vom gleichen Tage zeigt folgende Werte: Hämoglobin 100%, rote Blutkörperchen 4,7 Millionen, weiße Blutkörperchen 7800. Davon 78% polynukleäre neutrophile Zellen, 19,5% kleine Lymphozyten, 1% eosinophile, 1% basophile Zellen und 1% Übergangsformen. Am 22. November 1921 wurde eine Bestrahlung des Mediastinaltumors mit einer Wirkungs-dosis von 110%!! der H. E. D. vorgenommen. Der Erfolg war verblüffend. Der Mediastinaltumor schwand zusehends. Abb. 8 zeigt das Röntgenbild des Patienten vom 7. Dezember 1921. Vom Tumor ist darauf nichts mehr zu sehen. Der Tumor am Hals ist bereits seit 29. November 1921 völlig verschwunden. Trotzdem wird am 7. Dezember 1921 noch eine prophylaktische Bestrahlung der linken Halsseite ausgeführt. Der Patient hat sich vom Moment der Mediastinaltumorbestrahlung zusehends erholt, stellt sich aber am 2. Januar 1922 mit einer partiellen rechtsseitigen Fazialislähmung wieder vor, welche seit 10 Tagen aufgetreten war, klagt außerdem über Schmerzen im linken Unterschenkel, über Appetitlosigkeit und allgemeine Schwäche. Trotz genauer physikalischer Untersuchung und Röntgenuntersuchung kein Anhaltspunkt für Tumormetastasen oder Rezidiv zu finden. Das Blutbild vom 2. Januar 1922 zeigt folgende Werte: Hämoglobin 100 %, rote Blutkörperchen 6,25 Millionen, weiße Blutkörperchen 7800. Davon 78% polynukleäre neutrophile

Zellen, 0,5% große und 17% kleine Lymphozyten, 0,5% eosinophile Zellen und 4% Übergangsformen. Am 20. Januar 1922 wird Patient ins Krankenhaus Bad Homburg (Prof. Bode) eingeliefert mit den akuten Erscheinungen von schwerer Kachexie und lymphatischer Leukämie mit hämorrhagischer Diathese (Lungen- und Zahnfleischblutung. Das Blutbild zeigte 180000 Leukozyten und nur 1,8 Millionen Erythrozyten. Der Exitus erfolgte unter zunehmender Kachexie am 2. Februar 1922. Der Fall ist besonders tragisch, weil das Blutbild keinerlei Anhaltspunkt für die drohende Gefahr gab. Ich glaube aber heute, daß das Röntgenbild (Abb. 7) besonders typisch ist, so daß der Typus dieser Tumoren in sich eine deutliche Mahnung zur Vorsicht bilden kann.



Abb. 7. Mediastinaltumor. 16jähriger Junge. Röntgenaufnahme vom 14. November 1921. Das Röntgenbild erscheint besonders charakteristisch für den Typus der hochradiansensiblen Lymphosarkome.

Auch der amerikanische Röntgenologe Hickey hat mir erzählt, daß er drei solche Fälle in seiner Praxis beobachtet hat. Es ist deshalb davor zu warnen, sehr ausgedehnte Tumoren mit zu großen Dosen und in einer Sitzung anzugreifen. Wenn man in solchen Fällen von vornherein die Verteilung der als nötig erachteten Dosis auf mehrere hintereinanderfolgende Tage plant, so wird der rasch eintretende Rückgang der Tumormassen rechtzeitig auf die Gefahr aufmerksam machen und vor der restlosen Ausführung des ursprünglichen Planes warnen. Befolgt man diesen Weg und hütet man sich vor den im allgemeinen Teil

geschilderten technischen Irrtümern, so wird man mit größerer Sicherheit alle Zufälle bei der Behandlung solcher maligner Tumoren vermeiden können.

Irrtümer bei der Röntgentherapie der chirurgischen Tuberkulose liegen weniger auf dem Gebiete der Indikationsstellung als auf dem Gebiete der Dosierung. Nichts ist hier schädlicher als eine zu starke Röntgendosis. Im Anschluß an eine solche kann eine akute Miliartuberkulose oder eine tuberkulöse Meningitis (Vollhardt²³) auftreten oder aber der an sich vielleicht gutartige tuberkulöse Prozeß kann akut eitrig einschmelzen und einen exsudativen Charakter annehmen. Schließlich kann ein parartikulärer Herd in die Gelenkhöhle durchbrechen und eine akute Verschlimmerung des Krankheitsbildes herbeiführen. Alle diese Gefahren liegen bei jedem Fall von chirurgischer

Tuberkulose vor, und der Röntgentherapeut tut deshalb gut, die Indikation stets in engster Zusammenarbeit mit dem Chirurgen zu stellen und mit der Dosierung vorsichtig und individualisierend, niemals aber schematisch vorzugehen. Auf die Einzelheiten der Dosierung kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Es genüge ein Hinweis auf die einschlägigen Lehrbücher²⁴.

Irrtümlicherweise wird dagegen die Gefahr der Wachstumsschädigung kindlicher Knochen stark überschätzt. Nach den experimentellen Untersuchungen von Krukenberg²⁵ und von Foersterling²⁶ sollte man annehmen, daß diese Gefahr außerordentlich groß ist. Nach den klinischen Erfahrungen von Iselin²⁷, Jüngling²⁸, Verfasser²⁹ und den experimentellen Untersuchungen von Walter³⁰ ist die Gefahr tatsächlich stark überschätzt worden und besteht jenseits des dritten Lebensjahres kaum nennenswert.

Wachstumsschädigungen bei der Bestrahlung tuberkulöser Gelenke können viel eher durch den Krankheitsprozeß der Tuberkulose selbst oder durch operative Eingriffe, als durch die Röntgenstrahlen bedingt sein. Hier wäre eine übertriebene Rücksicht auf mögliche Wachstumsschädigungen durchaus falsch und unbegründet.

Es können in diesem Rahmen nicht alle Irrtümer, die bei den übrigen

Indikationsgebieten der chirurgischen Röntgentherapie möglich sind, einzeln aufgezählt werden, ohne sich dauernd wiederholen zu müssen. Nur einige wenige Irrtümer spezieller Art sollen hier noch herausgegriffen werden.

Die Röntgenbehandlung des Kropfes, sowohl des genuinen atoxischen Kropfes als auch des thyreotoxischen Kropfes, des sog. Basedowkropfes, bietet in mehrfacher Hinsicht Veranlassung zu Irrtümern. Die Röntgentherapie des nichttoxischen Kropfes ist in ihrem Erfolg höchst unsicher und darf nur unter vorsichtigster homogener Dosierung durchgeführt werden, damit nicht durch die Röntgentherapie Verwachsungen der Kropfkapsel entstehen. Solche Verwachsungen müssen unter allen Umständen vermieden werden, da sie eine etwa



Abb. 8. Röntgenaufnahme desselben Patienten am 7. Dezember 1921. Der Tumor ist restlos verschwunden. Wenige Wochen später begann aber eine akute lymphatische Leukämie, welche am 2. Februar 1922 den Exitus des Patienten herbeiführte.

notwendig werdende Kropfoperation außerordentlich erschweren und da man bei der in diesem Falle besonders großen Unsicherheit des röntgentherapeutischen Erfolges nie wissen kann, ob nicht doch eine Operation notwendig wird. Eine homogene Dosierung, die auch die Haut niemals stärker als mit 60 % der H. E. D. belastet, schützt unserer Erfahrung nach hinreichend zuverlässig vor derartigen Verwachsungen, und ein Versuch mit dieser Technik erscheint immer erlaubt, wenn man einen diffusen parenchymatösen Kropf diagnostiziert hat. Aber die Diagnose der speziellen Gewebsveränderung, welche dem Kropf zugrunde liegt, ist keineswegs eine sichere Methode. Häufig genug wird ein großer schlaffer Zystenkropf mit einem diffusen parenchymatösen Kropf verwechselt, und es braucht nicht betont zu werden, daß die Röntgenbehandlung eines Zystenkropfes als ein vergeblicher therapeutischer Irrtum zu bezeichnen ist. Auch der Knotenkropf eignet sich kaum zur Röntgentherapie.

Der thyreotoxische Kropf des Basedowkranken gibt in mancher Beziehung Veranlassung zu therapeutischen Irrtümern. Vor allen Dingen muß hervorgehoben werden, daß die Haut des Basedowkranken merklich strahlenempfindlicher zu sein pflegt als die Haut anderer Individuen, und man tut gut, die Haut eines Basedowkranken allerhöchstens mit 70 % der H. E. D. zu belasten. Die Schwierigkeit in der Röntgenbehandlung des Basedowkropfes liegt im wesentlichen in der Dosierung. Ein zu plötzliches Einschmelzen des thyreotoxischen Gewebes kann zu einer Ausschwemmung desselben ins Blut und damit zu einer recht bedrohlichen Steigerung der Basedowsymptome führen. Eine zu geringe Dosis wieder birgt die Gefahr, daß die Krankheit nicht genügend rasch beeinflußt wird, und eine zu intensive Wirkung birgt schließlich die Gefahr einer Umwandlung in Myxödem in sich (Cordua³¹). Die Gefahr der Umwandlung in Myxödem ist besonders bei der Wiederholung der Röntgenbehandlung zu fürchten. Die sicherste Maßnahme zur Vermeidung von Dosierungsirrtümern bei der Röntgentherapie des Basedow bietet die genaue Untersuchung der Grundstoffwechselrate. Der Grundumsatz pflegt beim Basedowkranken stets erhöht, bei Myxödemkranken stets erniedrigt zu sein. Hat man Erhöhungswerte von 80—90 gefunden, so ist dies im allgemeinen ein Fingerzeig dafür, die Dosis nicht zu klein zu wählen (60—70 % der H. E. D.), aber man tut gut, zur Vermeidung thyreotoxischer Ausschwemmung dieselbe auf 3—4 aufeinanderfolgende Tage zu verteilen. Ist die Dosis von Anfang an geringer, so genügen auch wohl geringere Dosen von etwa 40—50 % der H. E. D. zur Behandlung des Leidens. Geht die Erhöhung von ungefähr 80 auf etwa 10—20 zurück, so begnüge man sich mit diesem Ergebnis und hüte sich davor, die Röntgentherapie ungeachtet dieser Tatsache weiter fortzusetzen. Häufig schwinden die subjektiven Symptome der Basedowschen Krankheit erst lange Zeit später, nachdem das objektive Symptom der Erhöhung des Grundumsatzes bereits verschwunden ist, und man verfällt in einen schweren Irrtum der Beurteilung des Heilungsverlaufs, wenn man die Grundumsatzrate außer acht läßt.

Die Röntgenbehandlung der Tonsillarhypertrophie ist in letzter Zeit mit großem Erfolge durchgeführt worden und wird sich voraussichtlich in weitem Maßstabe einbürgern. Sie kann von einigen Nebenerscheinungen begleitet sein, die gewisse Gefahren in sich schließen und deshalb tunlichst vermieden werden sollen. Vor allen Dingen ist eine zu starke Frühreaktion wegen

der Gefahr der Verlegung der Atemwege durch zweckentsprechende zeitliche Verteilung der Dosis zu vermeiden. Man kann trotzdem den ganzen Rachenring, also alle drei Mandeln auf einmal, mit zwei wirkungsvoll angesetzten Strahlenkegeln erfassen. Man muß dabei aber beachten, daß man die Ohrspeicheldrüsen aus dem Strahlenbereich herausläßt, um eine Unterbrechung der Speichelsekretion zu vermeiden. Man richtet deshalb zweckmäßig die beiden Felder schräg von unten hinten, unter dem Unterkieferast hindurch, gegen den Rachenring und begnügt sich mit einer Gesamtwirkungsdosis von 40–60 % der H. E. D.

Schließlich seien noch die Irrtümer und Gefahren erwähnt, welche bei der Behandlung der kindlichen Thymushyperplasie entstehen können. Die Gefahr der Erstickung ist hier besonders groß, deshalb ist schnelle Einwirkung ebenso dringend erforderlich wie die Vermeidung einer frühreaktiven Schwellung. Man tut gut, die Dosis nicht zu schwach zu nehmen, aber auf zwei oder drei hintereinanderfolgende Tage zu verteilen. Dabei denke man daran, daß eine Dosis von 30 % der H. E. D. bei einem Säugling schon eine recht kräftige biologische Wirkung hat und an der Grenze der Dosis toxica sein dürfte!

Dieser letztere Gesichtspunkt ist auch besonders bei der Behandlung der angeborenen Angiome (Lymphangiome bzw. Hämangiome) der kleinen Kinder zu beachten! Hier empfiehlt es sich ganz besonders, im Gegensatz zu allen anderen Röntgenbestrahlungen mit verzettelten Dosen vorzugehen, um die lange Reaktionszeit der Endothelzellen dieser Geschwülste im Sinne einer elektiven Wirkung auszunutzen. Dann aber soll man sich davor hüten, daß die verzettelten Dosen soweit fortgesetzt werden, daß sie auch der gesunden Haut gefährlich werden können!

Bei einer geeigneten Bestrahlungstechnik kann heute der Röntgentherapeut direkte Schädigungen mit Sicherheit vermeiden. In dieser Beziehung ist also die Gefahr des röntgentherapeutischen Eingriffs heute äußerst gering anzuschlagen. Noch geringer, aber allerdings nicht ausgeschlossen ist die Gefahr von Unglücksfällen, welche im Krankheitsverlauf selbst begründet sind. Mit solchen Unglücksfällen muß man immer rechnen und es sollen deshalb einige Beispiele solcher Unglücksfälle aus der Literatur hier mitgeteilt werden, damit man sich in ähnlichen Fällen vor Irrtümern in der Deutung derselben schützt. Schönleber³² hat einen Fall von tödlicher Peritonitis mitgeteilt, der durch Ulzeration von multiplen Karzinomgeschwüren einer röntgenbestrahlten Peritonealkarzinose entstanden war. Levy-Dorn³³ teilt einen Fall von Drüsen-sarkom mit, bei dem gleichzeitig eine chronische Nephritis bestand und bei dem es jedesmal nach Röntgenbestrahlung der Drüsen zu einer schweren Hämaturie kam. Heil³⁴ teilt einen Fall von hämorrhagischer Diathese mit, der im Anschluß an eine Röntgenkastration beobachtet wurde. Verfasser³⁵ teilt einen Fall von Erstickungstod nach Bestrahlung einer Bronchialdrüsentuberkulose mit; die Erstickung war in diesem Falle durch die Perforation eines gestielten Drüsenknotens in den Hauptbronchus und durch ventilartige Verlegung des Bronchus herbeigeführt.

Alle diese Fälle sind unglückliche Seltenheiten, Zufälle, welche bei jedem Verfahren therapeutischer wie diagnostischer Art in ähnlicher Weise eintreten können und an deren Klärung der Arzt das größte Interesse hat, damit dieselben

nicht der Therapie als solcher zur Last gelegt werden. Die Röntgentherapie chirurgischer Leiden bedeutet jedoch stets einen differenten Eingriff, der nur durch den Facharzt und in Gegenwart des Facharztes ausgeführt werden darf, wenn nicht schwere Irrtümer der verschiedensten Art den gewünschten Erfolg in einen schweren Mißerfolg verwandeln sollen.

Literatur.

1. Birch-Hirschfeld: Die Wirkung der strahlenden Energie auf das Auge, Lubarsch-Ostertags Ergebn. d. allgem. Path. u. pathol. Anatomie d. Menschen, 1910. Birch-Hirschfeld: Die Schädigung des Auges durch Licht und ihre Verhütung, D. m. W. 1918, 30 S. 822. Birch-Hirschfeld, Zur Frage der Schädigung des Auges durch Röntgenstrahlen, Strahlenther. 1921, 12 S. 565.
2. Schinz, Diskussion zum Vortrag Holz knecht, Röntgenkongreß 1922. Kongreßheft S. 113.
3. Brock, Walter, Welche Bedingungen sind maßgebend für die Röntgenbehandlung der Hautkrebse, Strahlenther. 13 S. 1.
4. Jüngling, T., Über Röntgenschädigungen des Kehlkopfes und Vorschläge zu deren Verhütung, Strahlenther. 1923, 15 S. 18. Perthes, G., Bemerkungen zur Arbeit von Professor v. Hofmeister über Röntgenschädigungen des Kehlkopfes, M. m. W. 1922, 49 S. 1690. Jüngling, O., Zur Methodik der chirurgischen Röntgentiefentherapie: Das Prinzip der willkürlichen Formgebung zwecks homogener Durchstrahlung, Strahlenther. 1923, 14 S. 80.
5. von Hofmeister, F., Über tödlich verlaufene Röntgenschädigung des Kehlkopfes, M. m. W. 1922, 49 S. 1687.
6. Wetzell, Ernst, Röntgenschädigungen mit und ohne Beteiligung der Haut, Strahlenther. 1921, 12, S. 585.
7. Mühlmann, E. und O. Mayer, Beiträge zur Röntgenschädigung tiefliegender Gewebe, Strahlenther. 1923, 15, S. 48—64.
8. Schmitz, Beitrag zur Frage der Schädigung des Kehlkopfes durch Röntgenstrahlen, Strahlenther. 10, H. 1 S. 144.
9. Czepa, Alois, Erstickungstod nach Röntgenbestrahlung eines Mediastinaltumors. Ein Wort zugunsten der Probebestrahlung, Strahlenther. 1921, 12, S. 239—255.
10. Fischer, Bernh., Über Bestrahlungsnekrosen des Darmes. Strahlenther. 13 S. 333.
11. Benthin, W., Bestrahlungsschäden. Strahlenther. 1920, 11, S. 501—516.
12. Franz, Tödliche Darmverbrennung ohne Hautverbrennung bei Karzinomkranken, B. kl. W. 1917, 27.
13. v. Franqué, Tödlicher Ausgang einer Haut- und Darmverbrennung bei Röntgentiefentherapie mit Schwerfilter, Strahlenther. 10 S. 1033. Heck, W., Schwere Darm- und Hautschädigung bei Röntgentiefentherapie mit Schwerfilter. Pathologisch-anatomische Besprechung. Strahlenther. 1920, 11 S. 796—802.
14. Schwarz, Egbert, Über Schädigung bei der Röntgenbehandlung von Myomen und hämorrhagischer Metropathie, Strahlenther. 1923, 15 S. 398.
15. Holfelder, Hans, und Herbert Peiper, Die Strahlenempfindlichkeit der Nebennieren und Wege zur Verhütung von Nebennierenschädigungen in der Röntgentiefentherapie, Strahlenther. 1923, 15 S. 1—17.
16. Opitz, Randbemerkungen über die Unterstützung und Ersatz der Strahlenbehandlung bösartiger Geschwülste, Strahlenther. 1913, 3 S. 251. Derselbe, Zum Problem der Dosierung von Röntgen- und Radiumstrahlen, Kl. W. 1923 S. 243—247.
17. Miescher, G., Die Röntgenempfindlichkeit des Magens als Ursache des Röntgenkaters“, Strahlenther. 1920, 11 S. 980—1012.
18. Holfelder, Die Erfahrungen mit der Röntgentherapie der malignen Tumoren an der Schmiedenschen Klinik. Kl. W. 1923 S. 2287.

19. Lenk, Robert, Zur Bestrahlungstechnik am Becken und an den Oberschenkeln beim Manne, Strahlenther. 1922, 14 S. 112—117.
20. Zander, Kritisch-diagnostische Studie über die tuberkulösen Erkrankungen der Ileocecalgegend. Habilitationsschrift. Halle a. S. 1914, Kaemmerer & Co.
21. Hansemann, D., Über Krebsprobleme, D. m. W. 1914 S. 1753.
22. Seitz und Wintz, Unsere Methode der Röntgentiefentherapie und ihre Erfolge, Strahlenther. 1920, 5. Sonderband.
23. Vollhardt, Walter, Bestrahlungsschädigung bei Tuberkulose, Zbl. f. Chir. 1921 S. 1586—1588.
24. Krause, Paul, Band 3, Röntgentherapie des Handbuchs der gesamten Anwendung der Elektrizität in der Medizin, 1922—24. Meyer, Hans, Lehrbuch der Strahlentherapie, Urban und Schwarzenberg 1924. Salzmänn, Die Röntgenbehandlung innerer Krankheiten, Lehm. Verl. M. 1923.
25. Krukenberg, Gehirnschädigung durch Röntgenstrahlen, Verhandlungen V. Deutsche Röntgenkongreß 1909.
26. Försterling, Über allgemeine und partielle Wachstumsstörungen nach kurzdauernder Röntgenbestrahlung von Säugetieren, Langenb. Arch. 81 H. 2. Derselbe, Über Wachstumsstörungen nach kurzdauernden Röntgenbestrahlungen, Zbl. f. Chir. 6 S. 521.
27. Iselin, Über Wachstumsschädigungen junger Tiere durch Röntgenstrahlen, Fortschr. d. Röntgenstr. 19 H. 6.
28. Jüngling, Otto, Zur Frage der Dosierung in der Röntgenbehandlung tuberkulöser Gelenke, Beitr. z. Klin. d. Tb. u. spezif. Tb.-Forsch. 1922, 50 S. 453. Derselbe, Röntgenbehandlung der chirurgischen Tuberkulose, Kritische Übersicht, Zbl. f. Tb. 17, H. 1—2 S. 1.
29. Holfelder, Hans, Wie weit kann heute die Röntgenbehandlung zur Unterstützung und Ergänzung chirurgischer Therapeutik herangezogen werden? M. Kl. 1922 S. 1325 u. S. 1353.
30. Walter, Über Wachstumsschädigungen junger Tiere durch Röntgenstrahlen, Fortschr. d. Röntgenstr. 19 H. 2.
31. Rudolf Cordua, Über die Umwandlung des Morbus Basedowii in Myxödem durch die Röntgenbehandlung, Grenzgeb. 32 H. 2.
32. Schönleber, Walther, Tod nach Röntgenbestrahlung bei Peritonealkarzinose, Strahlenther. 1921, 13 S. 126—128.
33. Levy-Dorn, Eine seltene Röntgenreaktion, Fortschr. d. Röntgenstr. 24 S. 14.
34. Heil, Ein Fall von hämorrhagischer Diathese nach Röntgenbestrahlung, Strahlenther. 1922, 14 S. 153.
35. Holfelder, Hans, Die Röntgentiefentherapie der malignen Tumoren und der äußeren Tuberkulose, Strahlenther. 13. S. 438.

Irrtümer der Röntgentherapie gynäkologischer Erkrankungen

Von

Professor Dr. **Karl Reifferscheid** und Dr. **P. Schugt**

Mit 10 Textabbildungen

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Allgemeiner Teil	337
a) Technische Voraussetzungen	337
b) Schädigungen	337
1) Haut	338
2. Blase	340
3. Darm	341
4. Nebennieren	341
5. Allgemeinschädigungen	341
Röntgenkater	341
Blutschädigungen	342
II. Spezieller Teil. Strahlenbehandlung der einzelnen Erkrankungen..	342
a) Dysfunktion der Genitalorgane	342
1. Metropathia haemorrhagica	342
2. Juvenile Blutungen	343
3. Dysmenorrhoe	344
4. Störungen des menstruellen Allgemeinbefindens, Migräne, Mastodynie, Menstruationspsychosen	344
5. Entzündliche Adnexerkrankungen.	344
6. Osteomalakie	344
7. Amenorrhoe und Sterilität.	344
Technik der Kastration	345
b) Tumoren	346
1. Myome	346
Technik ihrer Bestrahlung	349
2. Maligne Tumoren	350
a) Karzinom	351
α) des Uterus	351
1. Alleinige Röntgenbestrahlung und ihre Technik	351
2. Kombinierte Röntgen-Radiumbehandlung	358
β) der Ovarien	359
γ) der Vulva	360
b) Chorionepitheliom	360
c) Sarkom	361
c) Tuberkulose	361
d) Pruritus, Kraurosis vulvae	361
Literaturverzeichnis	364

I. Allgemeiner Teil.

a) Technische Voraussetzungen für die Röntgentherapie in der Gynäkologie.

Es ist ein immer noch nicht ausgerotteter Irrtum, daß man gynäkologische Röntgentherapie mit jedem beliebigen Röntgenapparat ausüben könne. Das ist unmöglich, denn in der Gynäkologie handelt es sich in erster Linie um Tiefentherapie. Ganz besonders bei der Bestrahlung maligner Tumoren! Dazu können nur eigens für die Tiefentherapie bestimmte leistungsfähige Apparate mit Spannungen von 150—200 Kilovolt und mindestens 15%iger Strahlung (prozentuale Tiefendosis nach Seitz und Wintz) gebraucht werden. Höchstens für die Bestrahlung der Ovarien, die ja sehr strahlenempfindlich sind, kann man sich noch älterer, weniger leistungsfähiger Apparate bedienen.

Die Röntgenstrahlen sind ein sehr differentes Heilmittel und ihre heilsame Verwendung ist ohne Kenntnis ihrer physikalischen und biologischen Eigenschaften undenkbar. Der Arzt muß seine Apparatur kennen und imstande sein, die von ihm für notwendig erachteten Dosen an den verschiedenen Stellen des Körpers auch in der Tiefe zu applizieren, soweit es überhaupt möglich ist. Qualität und Quantität der verwendeten Strahlung müssen ihm auf Grund biologischer und physikalischer Messungen bekannt sein. Es ist ein Irrtum, anzunehmen, daß man mit einer einmalig ausdosierten Röhre nun dauernd weiter bestrahlen kann. Die Röhren müssen vielmehr regelmäßig immer wieder auf die prozentuale Tiefendosis ihrer Strahlung geprüft werden, bei starkem Betrieb z. B. einmal wöchentlich. Auch die Meßgerätschaften selbst müssen auf ihre Zuverlässigkeit ab und zu geprüft werden; die Verwendung mehrerer Methoden zur Kontrolle ist nützlich und ratsam.

Bestrahlt man nach Zeit, so ist eine exakte Dosierung nur bei konstantem Betrieb der Apparatur möglich, d. h. diejenigen Betriebsbedingungen, bei denen die Apparatur geeicht ist, müssen nach Möglichkeit bei den therapeutischen Bestrahlungen immer wieder hergestellt werden, sonst sind Dosierungsfehler unvermeidlich.

b) Schädigungen.

Grobe Fehler in der Anlage und Ausführung der Bestrahlung können zu schweren, ja tödlichen Schädigungen der Patientinnen führen. Die Fehler können zunächst alle Faktoren betreffen, die auf die Dosis von Einfluß sind: Unkenntnis der Strahlenqualität und -quantität, falsche physikalisch-mathematische Berechnungen, Übersehen von Strom-

schwankungen, falsche Einstellungen (Seitz³⁹). Besondere Gefahren birgt das Vergessen des Filters in sich. Der weiche Anteil der ungefilterten Strahlung führt je nach der Dauer der Bestrahlung unter Umständen zu schwersten Hautverbrennungen. Besondere Sicherungsvorrichtungen gegen das Vergessen des Filters sind angegeben und ihre Anwendung zu empfehlen.

Aber auch bei durchaus sachgemäßer Ausführung der Bestrahlung kommen Schädigungen vor, die wir nicht sicher vermeiden können, deren Erklärung teils in der biologischen Reaktion des Individuums, teils in technischen Schwierigkeiten zu suchen ist. Bei genügender Kenntnis der Vorbedingungen lassen sie sich allerdings auf ein Mindestmaß herabsetzen. Eine gründliche Allgemeinuntersuchung der zu bestrahlenden Patientin ist in erster Linie zu ihrer Verhütung erforderlich. Die Schädigungen können lokaler oder allgemeiner Art sein.

1. Haut.

Entzündlich veränderte oder mit Ekzem oder anderen Krankheiten behaftete Haut ist wesentlich empfindlicher wie gesunde. Ebenso neigt auch bei manchen Allgemeinerkrankungen, wie Basedow, Diabetes, Nephritis, Lues, die Haut zu schwereren Reaktionen. Sie sollte daher in solchen Fällen nicht die volle H. E. D. erhalten, sondern höchstens 80—90 %. Ist bei Lues eine Quecksilberschmierkur oder Jodkalibehandlung vorausgegangen, so soll man längere Zeit mit der Bestrahlung warten und die Dosis an der Haut um 20—30 % unter der H. E. D. halten.

Die Haut des Dammes und der äußeren Genitalien ist empfindlicher wie die der anderen Körperteile. Sie neigt zu Ödem und Geschwürsbildung, zumal sie vor Reizung durch Urin und Kot nicht sicher geschützt werden kann. Das muß bei Verabreichung von Vulvafeldern berücksichtigt und die Dosis soll nicht über 90 % der H. E. D. gesteigert werden.

Mit besonderer Vorsicht ist ferner eine Haut zu behandeln, die schon einmal bestrahlt worden ist. Auch künstliche Höhensonne vermag die Haut gegenüber den Röntgenstrahlen zu sensibilisieren. Bei vorausgegangenen Strahlenbehandlungen muß man daher Art und Dosierung der vorher verabreichten Strahlenmengen auf das genaueste festzustellen suchen.

Ein stark entwickeltes Fettpolster scheint besonders strahlenempfindlich zu sein und bei intensiver, besonders aber bei wiederholter Bestrahlung zu chronischer Entzündung und Schwielenbildung zu neigen. Man suche einer solchen Schädigung dadurch vorzubeugen, daß man fettreiche Hautpartien durch starke Kompression desensibilisiert und die Pausen zwischen den Sitzungen über Monate hinausdehnt. Ist es erst zu einem solchen chronischen Hautödem gekommen, so unterlasse man weitere Bestrahlungen dieses Gebietes, da sonst leicht Röntgengeschwüre entstehen können. Zur Vermeidung von Spätschädigungen in Form von Röntgengeschwüren müssen grundsätzlich bei Verabreichung der H. E. D. Pausen von mindestens 6, besser von 8 Wochen zwischen den Bestrahlungen eingeschaltet werden. Auch bei Bestrahlung der Kreuzbeingegend, in der die Haut dem Knochen dicht anliegt, kommt es leicht zu Schädigungen. Bei Wiederholung der Bestrahlung wird man deshalb gerade diese Gegend wenn möglich nicht mehrmals oder wenigstens schwächer bestrahlen.

Narben stellen schlecht ernährtes Gewebe dar und dürfen ebenfalls nicht mit der vollen H. E. D. belastet werden.

Während der Bestrahlung ist darauf zu achten, daß die Abdeckungen sich nicht verschieben. Um Irrtümer an den Grenzen zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Feldgrenzen erst beim Abnehmen der Bleidecken zu markieren. Eine typische, aber seltene Verbrennung des Unterhautfettgewebes entsteht dann, wenn zwei Felder zu dicht nebeneinander liegen oder wenn die Tubusse zu schräg gerichtet sind, so daß sich die Strahlenbündel dicht unter der Haut kreuzen (Abb. 1).

Da auch durch die Bleiglaswände und Röhrenkästen sehr harte Strahlen durchdringen, nach oben und durch die Schlitze der Kästen sogar die besonders gefährlichen ungefilterten Strahlen austreten können — bei der Coolidge-Röhre, wo auch der Stiel der Antikathode Strahlen aussendet, mehr als bei den gashaltigen Röhren —, können Schädigungen oder Verbrennungen an entfernt gelegenen Stellen des Körpers zustande kommen. Sie können durch entsprechende Stellung der Röhre und weitgehende Abdeckung der Kranken mit Bleigummi, Aufsetzen einer Bleiglasbrille vermieden werden (Halberstädter¹³, Seitz³⁹).

Schließlich darf man nicht vergessen, daß der Mensch kein chemisches, auf einen bestimmten Effekt eingestelltes Reagens ist. Es gibt unzweifelhaft eine individuell verschiedene Empfindlichkeit der Haut auf die gleiche Strahlendosis. Es kann vorkommen, daß in dem einen Falle, z. B. nur die normale Bräunung der Haut eintritt, während ein anderes Individuum auf die gleiche Dosis mit einer Verbrennung antwortet. Bei Frauen mit dem sog. Tiziantaint kann man manchmal sehr starke Überemp-



Abb. 1. Falsche Einstellung.
Die beiden Tubusse stehen zu nahe aneinander und sind zu stark geneigt. Gefahr der Schädigung des Unterhautzellgewebes; außerdem ist die Form des Tubus ungünstig, die Wände geradegestellt. (Aus Halban-Seitz, Biol. u. Path. d. Weibes.)

findlichkeit den Strahlen gegenüber sehen (nach Gauß und Lembke¹⁰⁰ sogar um 100 %), während dekrepide und krebskachektische Individuen eine bemerkenswerte Unterempfindlichkeit aufweisen (nach Krönig und Friedrich²¹ um 100 %). Auch wir haben Empfindlichkeitsdifferenzen bis 80 % erlebt. Ferner gibt Seitz eine individuell erhöhte Strahlenempfindlichkeit der Haut zu, die ohne Schuld des Röntgenarztes zu Röntgenschädigungen führen kann. Zur biologischen Bestimmung der H. E. D. gehört große Erfahrung und Vorsicht, sollen einerseits Unterdosierungen, andererseits Verbrennungen vermieden werden. Der Nachweis von „normalen Reaktionen“ bei 3–4 Patientinnen ist für die Bestimmung der Bestrahlungszeit zur Erreichung der H. E. D. nicht ausreichend. Erst die längere Beobachtung einer größeren Anzahl von bestrahlten Patientinnen ergibt, ob die Bestrahlungszeit die Sensibilitätsbreite derart innehält, daß Verbrennungen vermieden werden. Daraus geht hervor,

daß es dringend wünschenswert ist, eine auf die H. E. D. sorgfältig geeichte Standardröhre zur Verfügung zu halten, von ihr aus für andere unter gleichen oder ähnlichen Bedingungen betriebene Röhren physikalisch oder physikalisch-chemisch (Jontoquantimeter, Kienböckstreifen) die H. E. D. zu bestimmen und evtl. die biologische Kontrolle an Askariseiern (Holthusen 18a) oder dgl. auszuführen. Die biologische Kontrolle der Strahlung ist dringend notwendig. Sie aber allein am Menschen auszuführen, ist wegen der Empfindlichkeitsschwankungen nicht ohne Gefahr. Hautschädigungen bzw. Verbrennungen können die Folge sein.

Bei der Behandlung von etwaigen Hautschädigungen vermeide man alle reizenden Mittel, Metallsalben und -lösungen, heiße Umschläge, Benzin, Kresol u. dgl. und gebrauche Waschungen mit Kamillentee, dünnen Wasserstoffsuperoxydlösungen, Voll- und Sitzbäder, reizlose Salben. Zur

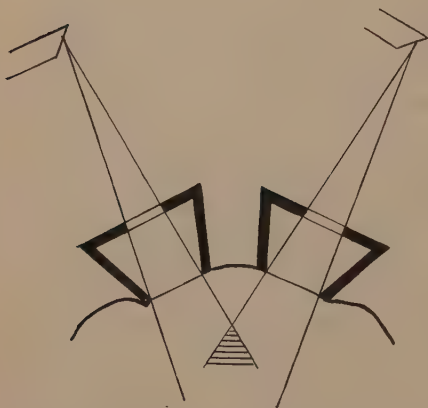


Abb. 2. Entfernung und Form der Tubusse richtig, aber die Neigung zu stark. Die Strahlen überkreuzen sich bereits 4 cm unter der Hautoberfläche (Gefahren der Blasenschädigung). (Aus Halban-Seitz, Biol. u. Path. d. Weibes.)

Prophylaxe gebe man jeder bestrahlten Patientin eine indifferente Salbe mit, die sie 14 Tage lang täglich auf die Bestrahlungsstellen vorsichtig auftragen soll. Das Unguentum leniens in folgender Zusammensetzung (Seitz³⁹) hat sich auch uns sehr bewährt: Cerae alb. 2,1; Cetac. 2,4; Ol. oliv. 18,0; Aqu. dest. 7,5. Außerdem rate man der Patientin, die ersten 14 Tage die Stellen nicht zu waschen, später nur dünne reizlose Seifenlösungen zu gebrauchen, das Kratzen der bestrahlten Stellen zu vermeiden und die Kleider nicht über ihnen zu schnüren.

Vor Beginn der Behandlung mache man die Patientinnen auf die Möglichkeit von Schädigungen, besonders der Haut, aufmerksam und lege ihnen zum eigenen Schutz gegen spätere Schädigungsklagen einen Revers zur Unterschrift vor.

Es ist unbedingt zu verlangen, daß über jede Bestrahlung ein Protokoll geführt wird, aus dem ersichtlich sein müssen: die Bestrahlungsbedingungen, Filter, Verhalten der Patientin, Störungen. Es ist zum Schutz gegen spätere Anklagen seitens der Patientinnen sehr wichtig.

Auch Schädigungen tiefer gelegener Organe sind möglich, ohne daß die Haut dabei geschädigt zu sein braucht.

2. Blase.

Schädigungen der Blase können gleichfalls durch zu enges Aneinanderlegen zweier Felder oder falsche Neigung der Tubusse entstehen (Abb. 2). Vor der Bestrahlung und wenn diese längere Zeit dauert, auch während derselben muß die Blase entleert werden. Andernfalls steigt sie unter Umständen in den Bereich der Strahlen und kommt in Gefahr, an derselben Stelle mehrmals getroffen zu werden. Da die entzündete Blase empfindlicher ist, so muß eine

Zystitis vorher behandelt und möglichst ausgeheilt sein. Dabei sollten jedoch wegen der Gefahr der Bildung von Sekundärstrahlen Blasen-spülungen mit Kal. permang., Arg. nitric. und Kollargol unterlassen werden.

3. Darm.

Weiter ist in der gynäkologischen Therapie der Darm, speziell das Rektum, leicht einer Gefahr ausgesetzt. Haendly¹² berichtet, daß unter 132 Sektionen nach Karzinombestrahlung sich 9 mal mehr oder weniger schwere Schädigungen an der Schleimhaut des Rektum und der höheren Darmabschnitte fanden. Eckelt sah in 8 von 21 röntgenbestrahlten Ka.-Fällen schwere Durchfälle bis zum Exitus und 4 mal Adhäsionen der Darmschlingen an der Bauchwand im Bereich der Bestrahlungsfelder und narbige bzw. ulzeröse Veränderungen des Darmes. Bei exakter Dosierung und vorsichtiger Einstellung zur Vermeidung von Überschneidungen der Strahlenbündel an der Vorder- und Hinterwand des Rektums muß versucht werden, solch schwere Läsionen zu vermeiden, was in den meisten Fällen möglich ist. Eine sorgfältige Vorbereitung der Patientin zur Bestrahlung durch Diät und Abführmittel darf nicht unterlassen werden. Selbstverständlich sind Reste einer Bariummahlzeit wegen der Entstehung von Sekundärstrahlen zu entfernen. Der enteritisch erkrankte Darm verträgt eine Bestrahlung besonders schlecht und ist vor allem dann in Gefahr, wenn er durch entzündliche Verwachsungen fixiert ist, so daß er unbeweglich den Strahlen ausgesetzt ist und auch bei Kompression nicht ausweichen kann. Die Erkrankungen des Darmes dürfen bei der Allgemeinuntersuchung nicht übersehen werden und müssen, wenn irgend möglich, ebenfalls vor der Bestrahlung zur Ausheilung gebracht werden.

4. Nebennieren.

Bei ausgedehnten Bestrahlungen des Unterleibes sind die Nebennieren zu schützen und es ist jedenfalls dafür zu sorgen, daß nicht beide getroffen werden (Seitz³⁹). Nach Untersuchungen von Stephan⁴³ ist die Nebennierenrinde außerordentlich empfindlich (30—35 % der H. E. D.), und Erfahrungen mit Bestrahlungen des Magenkarzinoms haben die Gefahren, die durch Schädigungen der Nebennieren dem Körper drohen, zur Genüge dargetan.

5. Allgemeenschädigungen.

α) Röntgenkater: Gute Durchlüftung des Bestrahlungsraumes zur Abführung der schädlichen Gase, evtl. Erdung der Patientin zur Ableitung ihrer elektrischen Ladung sind unerläßliche Forderungen. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß asthenische und konstitutionell minderwertige Menschen besonders empfindlich sind; bei ihnen sollte, soweit eine Auswahl überhaupt möglich ist, die Verabreichung einer größeren Dosis in einer Sitzung nicht erzwungen, sondern auf mehrere Tage verteilt werden. Bei länger dauerndem Kater vergesse man nicht sorgfältige Regelung des Stuhlgangs. Der Gebrauch der Kamillentee-Einläufe hat sich dazu sehr bewährt. Seit der Empfehlung durch Voltz und später Sielmann und Schlagintweit^{35, 40} hat man zur Bekämpfung der Katererscheinungen mit gutem Erfolg Kochsalz verabreicht (intravenös 1—10 ccm einer 5—10 %igen Lösung, per Klysma 300—1000 g physiol. Koch-

salzlösung). Die gleichgünstige Wirkung konnte auch durch andere Mittel, Kognak, Aolan, erzielt werden.

β) Blutschädigungen: Die für die Bestrahlung der malignen Tumoren erforderlichen hohen Dosen können sogar zu lebensgefährlichen Allgemeinschädigungen, zur Röntgenkachexie, führen; dabei handelt es sich in erster Linie um Schädigung der Blutzellen und blutbereitenden Organe. Die Dosen müssen daher in den Grenzen des Erträglichen gehalten werden; insbesondere hat sich ergeben, daß die Blutschädigung nicht so sehr von der Dauer der Bestrahlung als von der Größe des durchstrahlten Körpervolumens abhängig ist. Die Feldgrößen sind daher nicht größer als notwendig zu nehmen, um die unnötige Durchstrahlung größerer Körpergebiete zu vermeiden. Besonders vorsichtig muß man bei Anämischen und Kachektischen sein, deren Blutbildungsapparate bereits geschwächt sind. Die Kontrolle des Blutbildes vor und nach der Bestrahlung sollte zum mindesten bei schwächlichen Personen und größeren Bestrahlungen nicht unterlassen werden. Von vornherein aussichtslos sind jene Fälle, bei denen der Hämoglobingehalt stark gesunken und die Zahl der Leukozyten unter 3000 heruntergegangen ist; Fälle, bei denen nach der Bestrahlung die Blutveränderungen nach 4—6 Wochen nicht zur Norm zurückgekehrt sind, haben ebenfalls wenig Aussicht auf Heilung (Seitz und Wintz³⁸), und die weitere Bestrahlungsbehandlung ist zwecklos. Zur Unterstützung der blutbereitenden Apparate und Heilvorgänge soll man den Patientinnen Arsen, Eisen verabreichen. Bumm und Warnekros⁴⁶ wenden Bluttransfusionen an. Da an den Allgemeinschädigungen die vagabundierenden Röntgenstrahlen einen erheblichen Anteil haben können, ist eine weitgehende Abdeckung des Körpers der Patientin unbedingt notwendig.

II. Spezieller Teil.

Strahlenbehandlung der einzelnen Erkrankungen.

a) Dysfunktion der Genitalorgane.

1. Metropathia haemorrhagica.

Die Erfolge der Röntgenkastration bei Metropathia haemorrhagica sind glänzend. Aber es ist ein Irrtum zu glauben, daß die Kastration, besonders weil sie mit einer schmerzlosen ungefährlichen Strahlenbehandlung durchführbar ist, ein harmloser Eingriff sei. Das gilt ganz besonders für psychisch labile, neurasthenische Frauen, bei denen die Ausfallserscheinungen unter Umständen außerordentlich heftig sein und den Nutzen der Bestrahlung zunichte machen können. Maniakalische Aufregungszustände und Depressionen sind beobachtet worden. Auch bei Basedowkranken kann die Röntgenbestrahlung zu sehr unerwünschten Nebenerscheinungen führen. Es wird unter Umständen erforderlich sein, die Zustimmung des Internisten und Neurologen einzuholen, ehe man eine vom rein gynäkologischen Standpunkt aus an sich Erfolg versprechende Röntgenbehandlung wirklich ausführt (A. Mayer²⁵).

Auch bei Frauen unter 40 Jahren wird man im allgemeinen die Kastration ablehnen. Selbstverständlich im späteren Alter auch dann, wenn die Blutung lediglich die Folge eines vorausgegangenen Abortes ist.

Einer der verhängnisvollsten Irrtümer ist das Übersehen einer malignen Erkrankung des Uterus. Die glänzenden Erfolge der Röntgenkastration haben dazu verleitet, besonders bei klimakterischen und präklimakterischen Blutungen ohne exakte Untersuchung zu bestrahlen. Es kommt leider oft genug vor, daß solche Fälle ohne Untersuchung dem Röntgenologen zur Verabreichung der Kastrationsdosis überwiesen werden. Hören die Blutungen nicht auf, so werden die Frauen getröstet, bis schließlich nach Wochen gewöhnlich ein zweiter Arzt aufgesucht wird, der dann ein weit vorgeschrittenes Karzinom konstatiert. Wir haben mehrfach selbst solche Fälle gesehen.

Es muß also in jedem Falle eine exakteste Untersuchung, womöglich vom Fachgynäkologen, verlangt werden. Es sollte auch stets vorher eine Probeausschabung vorgenommen werden. Der Verzicht auf eine gynäkologische Untersuchung vor Beginn der Bestrahlung überhaupt muß als eine ärztliche Unterlassungssünde bezeichnet werden, denn beim Übersehen eines Karzinoms z. B. verliert man nicht nur kostbarste Zeit für die Behandlung, sondern unter Umständen kann man ein Karzinom durch die kleine Strahlenmenge zu schnellerem Wachstum anregen und so die Patientin schwer schädigen.

• 2. Juvenile Blutungen.

Bei juvenilen Blutungen darf die Röntgenbestrahlung nur als ultimum refugium angewandt werden. Zunächst muß die sorgfältige Untersuchung andere Ursachen, wie Herzfehler, Thrombopenie, Lues, psychische Erkrankungen sicher ausschließen und feststellen, daß es sich lediglich um ovarielle Störungen handelt. Sind alle anderen therapeutischen Maßnahmen erschöpft, dann darf nur bestrahlt werden mit einer sehr genauen Dosierung, um, wenn irgend möglich, eine dauernde Sterilisierung zu vermeiden, die bei jugendlichen Individuen doch eine sehr schwere Schädigung darstellt. Erfahrungsgemäß wird für eine temporäre Kastration 26—28 % der H. E. D. am Ovarium nicht überschritten werden dürfen.

Milzbestrahlung.

Neuerdings haben Wolmershäuser und Eufinger⁴⁸, veranlaßt durch Untersuchungen Stephans⁴², durch Reizung der Milz eine therapeutische Beeinflussung von Genitalblutungen versucht. Auf die hier in Frage kommenden theoretischen Grundlagen einzugehen, würde zu weit führen. Die Autoren empfehlen die Methode auf Grund ihrer Erfahrungen als außerordentlich wirkungsvoll und absolut unschädlich für Pubertätsblutungen, Blutungen bei Adnexerkrankungen, fieberhaften Aborten, bei denen wegen entzündlicher Veränderungen in der Umgebung des Uterus eine Ausschabung unterbleiben muß. Obwohl Heilerfolge berichtet sind, die über ein Jahr zurückliegen, bedarf die Methode noch der weiteren Erprobung. Jedes nützliche Mittel muß jedoch willkommen sein, um Schädigungen durch Ovarialbestrahlungen im jugendlichen Alter zu vermeiden, und man wird deshalb vor der Ovarialbestrahlung einen Versuch mit der Milzbestrahlung empfehlen können.

3. Dysmenorrhoe.

Nur besonders hartnäckige und schwere Formen kommen in Frage. Es wäre ein Irrtum zu glauben, daß in jedem solchen Falle die Röntgenbestrahlung ausgeführt werden dürfte und zum Heile der Kranken wäre. Da wir es nicht sicher in der Hand haben, die temporäre Kastration zu bewirken, so kommt die Röntgenbestrahlung bei jugendlichen Individuen nur ganz vereinzelt in Betracht. Bei der mechanischen und nervösen Dysmenorrhoe ist die Röntgenbestrahlung keinesfalls berechtigt. Bei der nervös bedingten Dysmenorrhoe können die Ausfallserscheinungen so heftig sein, daß sie eine Schädigung der Patientin bedeuten. Im präklimakterischen und klimakterischen Alter wird man sich leichter einmal zur Kastration entschließen. Doch auch hier richte man auf nervöse und psychische Anomalien sein Augenmerk, da die Ausfallserscheinungen bei neuro- und psychopathischen Frauen schwere Formen annehmen und einen sehr unangenehmen Folgezustand bedingen können.

4. Störungen des menstruellen Allgemeinbefindens, Migräne, Mastodynie, Menstruationspsychosen.

Es muß dringend davor gewarnt werden, bei jungen Frauen wegen Migräne kritiklos und vorschnell die Röntgenkastration vorzunehmen. Bei Psychosen ist die Indikation sicher extrem selten und von vornherein der Erfolg sehr fraglich; jedenfalls muß dazu die Ansicht des Psychiaters gehört werden (A. Mayer²⁵).

5. Entzündliche Adnexerkrankungen.

Die gleichen Bedenken wie für die Bestrahlung der juvenilen Blutungen und Dysmenorrhöe gelten auch für die Behandlung der Adnexentzündung. Man sollte auch hier die Kastration bzw. temporäre Kastration nur bei Frauen anwenden, die schon in den vierziger Jahren stehen, bei jungen Frauen nur dann, wenn alle Therapie erschöpft ist und operative Maßnahmen abgelehnt werden oder aus irgendeinem Grunde nicht möglich sind. Bei frischen entzündlichen Erkrankungen der Adnexe leistet die Röntgenbestrahlung oft Gutes. Wie Fried, Pordes (4a) u. a. gezeigt haben, sollen bei frischen Entzündungen nur kleine Dosen (2—20% der H. E. D.) zur Anwendung kommen. Es ist also falsch, in solchen Fällen von frischen Adnexentzündungen die Kastrationsdosis zu geben. Man soll im allgemeinen 15—20% der H. E. D. am Krankheitsherd nicht übersteigen.

6. Osteomalakie.

Es ist selbstverständlich falsch, bei bestehender Schwangerschaft eine Ovarialbestrahlung wegen Osteomalakie vorzunehmen, da die Frucht durch die Strahlung geschädigt werden und andererseits bei der Operation die Schwangerschaft erhalten bleiben kann.

7. Amenorrhoe und Sterilität.

Hat man es mit einer primären Amenorrhoe bei Infantilismus oder mit sekundärer Amenorrhoe und Sterilität zu tun, so greife man ebenfalls nicht eher zur Röntgenbehandlung der Ovarien, bis man die anderen Behandlungsmöglichkeiten (Ovarialpräparate, Dilatation usw.) erschöpft hat. Selbst-

verständlich müssen Allgemeinerkrankungen, Tuberkulose, Lues usw. ausgeschlossen werden. Die Dosis beträgt $\frac{1}{10}$ der H. E. D. oder knapp $\frac{1}{3}$ der Kastrationsdosis und erfordert sorgfältige Prüfung der angewandten Strahlen zur exakten Dosierung.

Technik der Kastration.

Wir geben wegen des prompten Erfolges und der sicheren Wirkung der einzeitigen Kastration den Vorzug. Hat man es mit schwächlichen oder überempfindlichen Kranken zu tun, für die eine Sitzung von 2 Stunden zu anstrengend wäre, so empfiehlt es sich, die Bestrahlung auf mehrere Tage zu verteilen, d. h. die Kastration in einer Serie auszuführen. Da die biologische Wirkung der Strahlen durch die Verzettlung vermindert wird, geht man sicherer, wenn man die Gesamtdosis pro Ovar erhöht (40 % der H. E. D.). Wer nicht im Besitze einer genügend leistungsfähigen Apparatur ist, ist auf die mehrzeitige Ovarialbestrahlung angewiesen und wird mit ihr im allgemeinen ebenfalls zu einem guten Resultat kommen. Nur bei Frauen, die durch die Blutungen stark anämisch geworden sind, verbietet sich auf alle Fälle eine in größeren Intervallen ausgeführte Kastration in mehreren Sitzungen, weil es durch den Reiz kleiner Dosen zu verstärkten und verlängerten Blutungen kommen kann, die die Frauen unter Umständen nicht mehr vertragen.

Wenn nach der rite verabreichten Kastrationsdosis (34% der H. E. D.) die Blutungen nicht sofort sistieren, so ist es ein Irrtum, daraus zu schließen, daß die Bestrahlung versagt habe. Wir müssen wissen, daß auch nach sachgemäßer Bestrahlung die Periode noch ein- bis zweimal wieder auftreten kann. Seitz und Wintz³⁸ haben gezeigt, daß bei Verabreichung der Kastrationsdosis in einer Sitzung in der ersten Hälfte des Intermenstrums in 95% die Menstruation ausbleibt und nur noch in 5% noch einmal auftritt. Wird sie in der zweiten Hälfte des Intermenstrums gegeben, so tritt in 3,8% keine Menstruation mehr auf, in 79,7% dagegen noch einmal, in 14% noch zweimal, in 2,5% noch dreimal. Bei Bestrahlung in der zweiten Hälfte kann die nächste Regelblutung früher oder in verstärktem Maße auftreten. Darauf müssen also die Frauen hingewiesen werden, damit sie sich nicht unnötig ängstigen. Geben die Frauen an, daß die Blutungen unverändert fortbestehen, so überzeuge man sich selbst, daß das Blut aus dem Uterus stammt, und weise sie an, während der Blutung sich zur Untersuchung vorzustellen. Kann man hierbei keine Blutung feststellen, so soll man an eine andere Blutungsquelle denken und Blase und Rektum untersuchen (Katheterismus, Endoskopie).

Wir erlebten selbst einen Fall, in dem wir, weil nach Angaben der Frau die Blutungen nach der Röntgenkastration nicht aufhörten, ein zweites Mal die Röntgenkastration ausführten und Radium anwandten, scheinbar wieder ohne Erfolg. Es wurde nun die Blase katheterisiert und dabei entleerte sich fast reines Blut. Die folgende Zystoskopie stellte einen stecknadelkopfgroßen Varix der Blase fest, und erst die Exstirpation desselben brachte Heilung.

Auch denke man an Fehler in der Apparatur und in der Messung. Eine Kontrolle der Apparatur und eine wiederholte Messung kann einen Mißerfolg dahin aufklären, daß die verwandte Strahlung nicht ausreichte. Eine Überschreitung der Dosis selbst bis 40% der H. E. D. schadet nicht.

Da es stets wünschenswert ist, daß man bei gutartigen Erkrankungen nach

Möglichkeit unter der Erythemdosis auf der Haut bleibt, so wird man Wert darauf legen, die Bestrahlungsdauer für jede Röhre je nach Qualität ihrer Strahlung besonders zu bestimmen. Während z. B. eine 15%ige Strahlung zur einzeitigen Kastration nach der Seitz-Wintzschen Technik (anatomischer Tubus) nicht ausreicht, bei einer 16—17%igen die Haut voll belastet werden muß, braucht man bei einer 20%igen Strahlung und darüber die Haut nur mit 90% und weniger zu bestrahlen. Eine Kenntnis der Strahlenqualität und möglichste Schonung der Gewebe bei der Kastration ist ferner deshalb notwendig, weil zuweilen nach Kastrationen aus Gründen, die sich nicht immer sicher erkennen lassen, Reizerscheinungen auch seitens des Darmes mit quälenden Tenesmen und sogar blutigen Stühlen auftreten. Auch die Dicke der Frau und die Tiefenlage der Ovarien muß bei der Festsetzung der Bestrahlungsdauer jeweils berücksichtigt werden. Bei fetten Personen wird man z. B. zur Erhöhung der Tiefendosis unter entsprechend längerer Bestrahlungsdauer den Fokushautabstand vergrößern (30 cm, 6mal 18 cm = Tubus).

b) Tumoren.

1. Myome.

Es scheint eine selbstverständliche Voraussetzung, daß man Myome nur dann bestrahlen soll, wenn es sich auch wirklich um Myome handelt. Aber gerade hier sind verhängnisvolle Irrtümer nicht selten. Dem Uterus dicht anliegende maligne Tumoren der Adnexe werden fälschlich als Myome diagnostiziert, mit der Kastrationsdosis bestrahlt, wachsen nun wild weiter und werden inoperabel, während der Arzt auf den Erfolg seiner Kastrationsdosis wartet. Glücklicher liegt der Fall dann, wenn es sich um einen gutartigen Adnextumor handelt, dem die verabreichte Strahlendosis nichts schadet, aber auch nichts nützt. Es ist also zu fordern, daß stets eine sichere Diagnose feststehen muß, ehe bestrahlt wird. Im Zweifelsfalle soll lieber operiert werden. Es ist nicht zu verantworten, „erst einmal die Röntgenbestrahlung zu probieren“ und dann für einen etwaigen Mißerfolg die Operation in Aussicht zu nehmen.

Auch die Entscheidung der Frage, handelt es sich um Myom oder Sarkom, soll also die Kastrationsdosis oder die fast doppelt so große Sarkomdosis gegeben werden, ist nicht leicht. Die statistischen Angaben über die Häufigkeit der sarkomatösen Degeneration der Sarkome schwanken in weiten Grenzen (Pfannenstiel 0%, Warnekros 10%). Im Mittel wird die Schätzung von 2—2,5% richtig sein. Klinisch wird es aber nicht einfach sein, immer genau zu sagen, wann soll man Sarkom annehmen und wann nicht. Man muß es also, um vor Mißerfolgen gesichert zu sein, sich zur Regel machen, die Patientinnen länger in Beobachtung zu halten, um bei eventuellem erneutem Wachstum des Tumors rechtzeitig die erhöhte Strahlendosis zu verabreichen oder zu operieren.

Viel schwerwiegender ist das Übersehen einer Kombination von Myom und Karzinom. Die Statistik ergibt eine Häufigkeit von 1,5 bis 5%. Wird hier bestrahlt, so kann besonders beim Kollumkarzinom wertvollste Zeit verloren gehen, eventuell das Ka. inoperabel werden. Es gilt also auch hier wieder die streng einzuhaltende Regel, daß die exakteste gynäkologische Unter-

suchung eventuell unter ausgiebiger Verwendung der Probekurette und Probeexzision vorausgehen muß, um dieses Nebeneinander von Karzinom und Myom rechtzeitig zu erkennen bzw. auszuschließen. In Fällen, in denen eine durch multiple Myome verzweigte Uterushöhle vorliegt oder wegen andauernder unregelmäßiger Blutungen Verdacht auf submuköse Myome besteht, bei denen ja die Probekurette nicht ungefährlich ist (Gangrän, Infektion), ziehe man die Operation der Bestrahlung vor.

Noch kürzlich erlebten wir einen Fall, in dem eine 43jährige Virgo wegen erst in letzter Zeit auftretender Metrorrhagien in Behandlung kam. Die Untersuchung war durch die Straffheit und Dicke der Bauchdecken sehr erschwert, der Uterus war höckerig und vergrößert durchzufühlen. Es wurde beschlossen, die Totalexstirpation auszuführen; bei der Untersuchung des Präparates ergab sich, daß es sich um einen myomatösen Uterus handelte, in dessen rechter Tubenecke ein Adenokarzinom saß.

Eine andere Frage ist, ob etwa im Anschluß an Myombestrahlungen besonders häufig nachträglich eine Karzinomentwicklung im Uterus zustande kommt. In neuerer Zeit sind von Halban¹¹ Bumm³ und Vogt⁴⁴ solche Fälle bekannt gegeben worden, in denen $\frac{1}{2}$ bis 5 Jahre nach der Bestrahlung ein Korpuskarzinom gefunden wurde. Das Wahrscheinliche ist anzunehmen, daß entweder das Karzinom schon vor der Bestrahlung vorhanden war und übersehen wurde oder daß es ganz unabhängig von der Bestrahlung erst später entstanden ist. Die nicht ganz fernliegende Vermutung, daß der Bestrahlungsreiz erst die Karzinombildung angeregt habe, ist bei der geringen Zahl der bisher beobachteten Fälle schwerlich als wahrscheinlich zu bezeichnen. Nach Martius kommt weder das Korpus- noch das Kollumkarzinom bei myombestrahlten Frauen häufiger vor als sonst.

Von weittragender Bedeutung ist ferner ein Irrtum, der darin besteht, daß eine bestehende Schwangerschaft übersehen wird, sei es, daß der gravide Uterus selbst für ein Myom angesprochen wird, sei es, daß neben dem Myom Schwangerschaft besteht. Hier können evtl. schwere Schädigungen des Fetus die Folge sein, wenn bestrahlt wird. In einem von Aschenheim¹ beschriebenen Fall scheint die wegen Myom vorgenommene Bestrahlung bei gleichzeitig vorhandener Schwangerschaft zu einer Schädigung der Frucht, die eine Mikrophthalmie, Linsentrübung, Optikusatrophie, Chorioretinitis und Imbezillität aufwies, geführt zu haben. Ist auch nicht bewiesen, daß die Mißgeburt infolge der Röntgenbestrahlung zustande kam, so gibt eine solche Beobachtung doch zu denken. Sie belastet die Verantwortung des Strahlentherapeuten in jeder Beziehung, auch in strafrechtlichem Sinne, und zeigt, daß unter Umständen Schadenersatzansprüche seitens der Eltern drohen können (A. Mayer²⁵). Nach den übrigen geringen Erfahrungen scheint die Gefahr für das Kind um so größer, je früher die Schwangerschaft bestrahlt wurde und je größer die verabreichte Strahlendosis war. Es muß deshalb unter allen Umständen die Bestrahlung eines schwangeren Uterus vermieden werden. Ja selbst eine extragenitale Bestrahlung soll man bei bestehender Gravidität nur im Notfall ausführen wegen der möglichen und ziemlich unbekannten Fernwirkung auf die Frucht (A. Mayer²⁵) und nur unter sorgfältigem Schutz der Genitalorgane.

Die eben genannten Irrtümer sind nur vermeidbar durch eine exakte gynäkologische Diagnose. Es muß deshalb besonders hervorgehoben

werden, daß die Indikationsstellung zu den therapeutischen Bestrahlungen in die Hand des Gynäkologen gehört, der über die nötige Übung und Erfahrung verfügt, um die Differentialdiagnose richtig zu stellen. Es ist falsch, wenn einfach, wie es leider zum Nachteil der Patienten oft genug geschieht, die Fälle nicht selten sogar auf Grund einer oberflächlichen Untersuchung oder gar lediglich der bestehenden Symptome vom Praktiker an den Röntgenologen gewiesen werden und nun die gewünschte Bestrahlung von diesem vorgenommen wird, ohne daß ein exakter Nachweis für die gestellte Diagnose gefordert wird.

So unglaublich es klingt, so ist es doch wahr, daß Ärzte zudem noch an Laien (in einem uns bekannten Falle z. B. an einen Postschaffner), die sich einen Röntgenapparat gekauft haben, Patienten zur Bestrahlung überweisen; und das noch in Ortschaften, die sich in der Nähe von mit den besten Einrichtungen ausgestatteten Universitätsinstituten befinden. Es ist selbstverständlich, daß die schwersten Schädigungen die Folge waren. Ein solches Verfahren zeugt auch für die Verkenntung der Schwierigkeiten und Gefahren der Strahlenanwendung seitens der betreffenden Ärzte.

Bei Frauen unter 40 Jahren ist die Erhaltung der Ovarialfunktion so wichtig, daß die Bestrahlung im allgemeinen nicht am Platze ist. Hier hat die Operation, die je nach Lage des Falles in der Enukleation oder Exstirpation besteht, den Vorrang. Nur ausnahmsweise, wenn Gegenanzeigen gegen die Operation bestehen, kommt die Bestrahlung in Betracht.

Schon diese Fälle zeigen, daß es irrtümlich ist, unterschiedslos alle Myome nur durch Bestrahlung heilen zu wollen. Eine weitere Gegenindikation gegen die Bestrahlung bilden die Fälle von gestielten polypösen Myomen, von Nekrose, Erweichung, zystischer Degeneration der Myome, ganz besonders bei gleichzeitiger Infektion. Auch die Fälle, die mit anderen Erkrankungen kompliziert sind, die an sich schon eine Operation erfordern, wie Ovarialtumoren, Prolaps, Hernien, werden natürlich besser operiert.

Es wäre ferner falsch zu glauben, daß mit der Bestrahlung die Behandlung der an Myomen leidenden Frauen abgetan sei. Ist auch die Rezidivgefahr bei richtiger Technik nicht groß, so ist doch an ihre Möglichkeit zu denken. Beclère² rät wegen der Rezidivgefahr den Kranken, sich nochmals untersuchen zu lassen, wenn die Wallungen frühzeitig und plötzlich aufhören. Meist sei das letztere das Zeichen des Wiedererwachens der Funktion, der baldigen Wiederkehr der Periode und einer neuen, mitunter sehr raschen Volumenzunahme des noch nicht völlig verschwundenen Myoms.

Ganz besonders skeptisch muß man sein bei Mißerfolgen der Röntgenbehandlung, besonders wenn die angewandte Technik einwandfrei ist und sonst stets zum Erfolg geführt hat. Das Fortdauern der Blutung weist auf eine Fehldiagnose oder auf eine Komplikation (Sarkom, Kombination mit Karzinom) hin. Im Interesse der Patienten darf eine Aufklärung des Versagens der Therapie nicht versäumt werden. Exaktteste Untersuchung eventuell mit Austastung, Probekurettag ist erforderlich, um nötigenfalls die Operation rechtzeitig auszuführen.

Stets soll das weitere Schicksal der Kranken nach der Bestrahlung bezüglich Rückbildung der Geschwülste und der nachfolgenden Beschwerden verfolgt werden. Schrumpfen die Myome in 90% nach Seitz und Wintz³⁸, in 52 bis 89% nach der Sammelstatistik von Johns¹⁶ stark zusammen, so bleiben eben doch Fälle, in denen eine Verkleinerung

auch nach Verlauf von Jahren sich nicht feststellen läßt. Diese Fälle bedürfen ganz besonders der dauernden Kontrolle des Arztes, da die Gefahr einer malignen Entartung besteht.

Sippel¹⁴¹ erreichte bei einer Frau mit einem über mannskopfgroßen, mit multiplen Myomen durchsetzten Uterus — es bestand schwere Anämie, Vitium cordis — nach $2\frac{1}{2}$ Monaten Amenorrhöe mit dem Erfolge einer anscheinend völligen Gesundung. Nach einem Jahre kam die Patientin wieder in Behandlung wegen Schmerzen und Unvermögens, Wasser zu lassen. Der Uterus war stark gewachsen; nach der Operation ergab sich, daß außer zahlreichen Fibromyomen auch ein polymorphzelliges Sarkom vorlag. Wir selbst bestrahlten eine Frau wegen eines antezervikalen Myoms mit dem Erfolge, daß die sonst alle 14 Tage auftretenden Blutungen zunächst ausblieben; dann aber wuchs der Tumor stark und die vorher derbe Konsistenz wurde prall-elastisch, fast zystisch. Der Tumor wurde nunmehr operativ entfernt und erwies sich als ein sarkomatöses Hämangioendotheliom des Uterus. Die Frau wurde geheilt entlassen.

Hat schließlich auch die Röntgenbestrahlung zum Verschwinden des Myoms geführt, bedeutet das doch nicht immer völlige Heilung der Kranken. Es bleiben u. U. Beschwerden zurück, die mit dem früheren Leiden zusammenhängen oder sich erst nach der Bestrahlung bemerkbar machen. Eine der häufigsten Beschwerden, welche nach der Bestrahlung zurückbleiben, sind Kreuzschmerzen. Wenn der Tumor oder der retroflektierte Uterus auf den sakralen Nervenplexus drückt oder auch in der Umgebung entzündliche Vorgänge sich abspielen, so sind die Schmerzen leicht verständlich. In anderen Fällen, in denen die Frauen auch über Leibschmerzen, Verdrossenheit, Schlaflosigkeit klagen, sind dann, wenn der Tumor verschwunden ist und andere krankhafte Veränderungen, wie Verlagerungen am Genitale, fehlen, oft die Zeichen der Enteroptose oder überhaupt des asthenischen Habitus nachzuweisen. Es scheint insbesondere, daß nach Entfernung der Geschwulst infolge der veränderten Topographie der Bauchhöhle die Symptome der Enteroptose stärker zur Geltung kommen können. Auch Ausfluß wird häufig geklagt, ohne daß ein krankhafter Befund nachweisbar ist. Es kommen demnach bei strahlenbehandelten Patienten leichte Beschwerden vor — nach Untersuchungen von Gal⁸ häufiger als bei operierten —, die zuweilen auch organisch mit der zurückgebliebenen Geschwulst oder dem zurückgebliebenen reflektierten Uterus erklärbar sind. Diesen Möglichkeiten muß in der Strahlenbehandlung wie in der weiteren Therapie Rechnung getragen werden.

Technik.

Wir wissen, daß wir bei Myomen und Metropathien die Kastration sowohl durch eine einzeitige Bestrahlung als durch mehrfache in Zwischenräumen wiederholte kleine Dosen erreichen können. Es wäre auch in der Myomtherapie ein Irrtum zu glauben, daß man diese beiden Verfahren für alle Fälle gleich setzen könne.

Gerade nach Bestrahlungen mit kleinen Dosen auftretende Reizblutungen können, wie früher bereits erwähnt, bei anämischen Frauen verhängnisvoll und lebensbedrohend werden. Bei ihnen muß also unter allen Umständen die Kastration durch Verabreichung der Kastrationsdosis in einer Sitzung erzielt

werden. Aber da auch dabei die Gefahr einer Blutung besteht, soll man solche anämische Frauen nicht ambulatorisch behandeln, sondern ins Krankenhaus aufnehmen, damit etwa auftretende Blutungen rechtzeitig bekämpft werden können. Kann die Bestrahlung nicht in der ersten Hälfte des Intermenstrums ausgeführt werden, so empfiehlt sich, zur Sicherung der Blutstillung gleichzeitig eine Reizbestrahlung der Milz auszuführen. Auch bei großen Myomen ist die einzeitige Kastration vorzuziehen, da, wie Seitz³⁹ ausführt, bei ihnen es bei der Kastration in mehreren Sitzungen zu einem Mißerfolg der Bestrahlung kommen kann.

Bei Myomen unter Kindskopfgröße braucht die Technik von der bei der einfachen Kastration nicht abzuweichen. Bei größeren Myomen dagegen können die Ovarien verlagert sein, und würde man sich hier damit begnügen, die Gegend der normalen Ovarien zu bestrahlen, so werden u. U. die Ovarien gar nicht getroffen. Es empfiehlt sich daher, bei über den Nabel reichenden Myomen entweder von vorn und hinten auf jeder Seite je 2—3 übereinandergelegene kleine (6×8 cm) Felder oder je ein großes Fernfeld (20×25 cm, 40 bis 50 cm Fokushautabstand) zu geben. Bedenkt man, daß bei größeren Myomen die Ovarien meist tiefer gelegen sind oder gar hinter dem Uterus sich befinden können, so wird man bestrebt sein, die Tiefendosis zu steigern. Dies ist bei großen Fernfeldern, die die erforderliche Dosis zu geben unschwer gestatten, in erster Linie durch Verlängerung der Bestrahlungszeit zu erreichen. Bei Verwendung von kleineren Feldern wird man Einfallfläche oder Fokushautabstand oder beides zusammen vergrößern und einen Tubus mit 30 cm Fokushautabstand oder den Seitzschen anatomischen Tubus mit einer Fläche von 80 qcm benutzen. Das Einfallsfeld bei letzterem ist außerdem so groß, daß auch eine mäßige Verlagerung der Ovarien ohne Bedeutung ist. Im Gegensatz zu einfachen Kastrationen gelingt es bei sehr großen Myomen trotz Variation der Technik nicht immer, die Kastration in einer Sitzung zu erreichen, und man ist dann genötigt, die Bestrahlung zur Vollendung des Erfolges zu wiederholen.

2. Maligne Tumoren.

Es muß zunächst ausdrücklich auf den schwerwiegenden Irrtum hingewiesen werden, daß jeder Arzt, der über einen Röntgenapparat verfügt und auch einmal an einem Röntgenkursus teilgenommen hat, berechtigt und auch imstande sei, die Bestrahlung eines malignen Tumors sachgemäß und zum Nutzen der Patienten auszuführen. Ist diese Vorbildung schon bei Bestrahlung gutartiger Erkrankungen völlig unzureichend, so wird sie geradezu verhängnisvoll bei malignen Tumoren. Die erfolgreiche Strahlenbehandlung maligner Tumoren ist eine Kunst, die ebenso erlernt werden muß wie die Operation! Nur wer über eine gründliche Ausbildung und Erfahrung verfügt, darf sie anwenden und nur er wird damit Erfolge erzielen und Schädigungen des Kranken vermeiden können.

Die Bestrahlung der malignen Tumoren bietet erhebliche Schwierigkeiten dar. Voraussetzung ist, wie anfangs erwähnt, eine besondere Tiefentherapieapparat von mindestens 15%iger Tiefendosis. Zudem ist die Ausdehnung der malignen Neubildung vielfach nicht genau abzugrenzen. Insbesondere erschwert das infiltrierende Wachstum und die Metastasenbildung die wirksame Bestrahlung außerordentlich. In der Verteilungsart der Röntgenstrahlen im

Körper liegt es begründet, daß große und besonders auch nahe der Oberfläche liegende Partien schwer homogen zu durchstrahlen sind, und gerade die Homogenität ist bei malignen Tumoren von größter Wichtigkeit. Ganz aussichtslos oder nur mit vorübergehendem Erfolge anwendbar ist die Strahlenbehandlung in solchen Fällen, in denen bereits ausgedehnte Metastasen an entfernten Stellen des Körpers vorhanden sind. Wollte man sie alle bestrahlen, so würde die dem Körper zugeführte Gesamtdosis eine zu schwere Allgemeinschädigung bedeuten. Sind dagegen Metastasen einzeln und günstig gelegen, so daß sie mit der vollen Tumordosis getroffen werden können, so ist ein Versuch mit der Bestrahlung gerechtfertigt.

a) Karzinom.

α) des Uterus.

1. Alleinige Röntgenbehandlung.

Nur dann hat die Bestrahlung Aussicht auf Erfolg, wenn es möglich ist, ohne Überbelastung der Haut den Tumor und seine gefährdete Umgebung homogen mit der Karzinomdosis zu erfassen. Anderenfalls nützt man der Patientin nicht nur nicht, sondern schadet eventuell durch Unterdosierung und Anregung des Tumors zum Wachstum.¹⁾ Die Bestrahlung von schwer kachektischen Kranken ohne irgendwelche Restitutionskraft, auch nur solaminis causa oder ut aliquid fiat, sollte keinesfalls geschehen. Die Strahlentherapie kann dadurch nur in Mißkredit gebracht werden. Hat das Karzinom die Wand der Blase und des Rektums ergriffen oder ist es schon auf die mittleren Abschnitte der Scheide übergegangen, so ist die Strahlenbehandlung wie jede eingreifende örtliche Therapie verfehlt, da ein Nutzen nicht zu erwarten ist und nur die Fistelbildung gefördert wird. Eine schlechte Prognose geben nach Erfahrungen von Kroemer²⁰ auch diejenigen Fälle, die von vornherein mit quälenden neuritischen Schmerzen kommen; sie gingen trotz der Bestrahlung in den wegen der fürchterlichen Schmerzen unerträglichen Zustand der karzinomatösen Ischias über. Selbst hohe und höchste Strahlendosen erweisen sich gegenüber dieser krebsigen Neuritis im Ischiadicus, Cruralis, Plexus sacralis usw. wirkungslos.

Technik.

Die Technik der Röntgenbestrahlung des Uteruskarzinoms selbst wird, wie erwähnt, beherrscht von der Notwendigkeit der homogenen Bestrahlung des Tumorgebietes. Die Dosis beträgt 90—120% der H. E. D. Bei 90% der H. E. D. liegt die Lähmungsdosis, bei 34% die Reizdosis für die Karzinomzelle. Bei ca. 120% der H. E. D. kann man schon sehr unangenehme Störungen des Darmes erleben, obwohl die Darmschädigungsdosis nach Seitz und Wintz bei 135% der H. E. D. liegt, und überschreitet man die Dosis von 120—135% der H. E. D., so kann es zu dauernden Schädigungen der Haut und des Darmes kommen. Man wird also am besten nicht an die obere Grenze der Karzinomdosis gehen, sondern sich mit 100—110% der H. E. D. am Karzinomherd

¹⁾ Die Frage nach dem biologischen Effekt kleiner Dosen ist noch im Fluß. Ihre Schädlichkeit bzw. der Begriff der Reizdosis wird stark angezweifelt. Da die Seitz-Wintzschen Dosen für die Therapie einen festen Anhaltspunkt bieten und sich in der Praxis vielfach bewährt haben, so legen wir sie unserer Darstellung zugrunde.

begnügen. Wird andererseits die notwendige Strahlenintensität unterschritten, so entsteht die Gefahr der Reizdosierung. Letztere besteht naturgemäß auch dann, wenn abseits gelegene Tumorpartien und Metastasen von schwächerer Strahlung erreicht werden.

Darum ist es dringend notwendig, die Ausdehnung des Karzinoms einschließlich seiner Metastasen möglichst genau festzustellen. Da dies jedoch nie sicher möglich ist, sind beim Karzinom stets das benachbarte anscheinend gesunde Gewebe und die umgebenden Drüsen mitzubestrahlen. In der Frage, ob man hierzu viele kleine Felder (Konzentrationsbestrahlung) oder Großfernfelder wählen soll, ist hervorzuheben, daß die beiden Möglichkeiten durchaus nicht als voneinander prinzipiell verschiedene Methoden anzusehen sind; sie stehen je nach der Lage des Einzelfalles zur Wahl. Hat der karzinomatöse Tumor nicht mehr als die Größe einer Faust erreicht, so

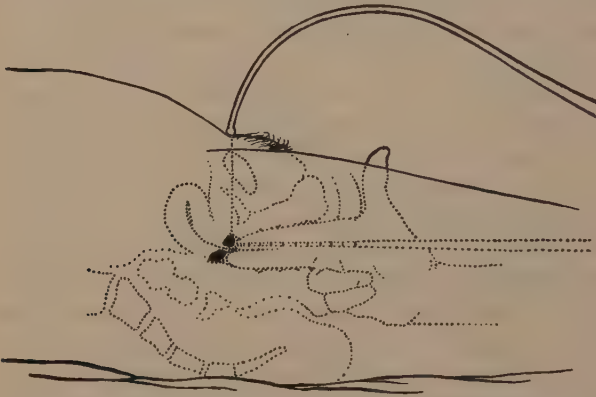


Abb. 3. Messung der Entfernung des Portiokarzinoms von der Vulva und den vorderen Bauchdecken. (Modifiziert nach Seitz. Aus Halban und Seitz, Biol. u. Path. d. Weibes.)

erscheint die Kleinfeldermethode unbeschadet der obigen Erwägungen über die Ausbreitung des Karzinoms als die zweckmäßigste. Die Großfeldermethode hat, wie später ausgeführt wird, Nachteile, die besonders in einer größeren Allgemeinschädigung der Patienten bestehen.

Es geht nicht an, einfach schematisch jeden Fall gleichartig zu bestrahlen. Die Bestrahlung muß viel-

mehr auf Grund eines für jeden Fall besonders aufgestellten Bestrahlungsplanes durchgeführt werden. Es werden zu dem Zweck die Beckenmaße, Dicken- und Breitendurchmesser, Umfang, Dicke der Bauchdecken untersucht, die Lage des Tumors bestimmt und seine Beziehung und Entfernung von den verschiedenen Stellen der Körperoberfläche festgestellt. Am klarsten werden die Verhältnisse an Quer- und Längsschnitten der betr. Patientin, die man sich mittels eines biegsamen Blei- oder Zirkoniumdrahtes oder eines Tasterzirkels auf durchsichtigem Papier in natürlicher Größe aufzeichnet und in die man den Tumor nach Lage und Größe einträgt. Mit ihrer Hilfe bestimmt man sodann je nach der Strahlenqualität an Hand von Dosentabellen oder -kurven Zahl und Größe der Felder, Abstand, Bestrahlungszeit, Zentralstrahlrichtung und -einfallspunkt.

Während man beim Großfernfeld nicht so leicht das Ziel verfehlen wird, kann man bei der Konzentrationsbestrahlung nur durch exaktes Einstellen des Zentralstrahles (Zielen) den Tumor treffen. Zu diesem Zweck projiziere man sich beim Scheiden-, Portio- oder Uteruskarzinom den Tumor auf die äußere Körperoberfläche (Abb. 3). Auf die durch die Tubuskompression und

Lagerung der Patientin z. B. vom Rücken auf den Bauch bedingte Lageveränderung des Uterus ist Rücksicht zu nehmen, die Projektion jeweils nachzuprüfen und eventuell zu korrigieren. Bequem und zuverlässig ist das von Seitz³⁹ beschriebene Verfahren unter Benutzung eines modifizierten Martinischen Beckenzirkels.

Die richtige Einstellung des Tubus in die erforderliche Richtung mit dem Augenmaß erleichtert man sich, wenn man den Zentralstrahl auf die Außenwände des Tubus mit einem Strich markiert (Abb. 4 u. 5). Um ein objektiv exaktes Ziel zu ermöglichen, sind zahlreiche Apparate konstruiert worden, deren Gebrauch sehr wünschenswert ist (z. B. Felderwähler von Holfelder,¹⁷ der neben Aufstellung eines Bestrahlungsplanes in exakter Weise die Ausführung am Patienten gestattet. Bestrahlungstisch von Langer).²³

Es wäre wie gesagt ganz verkehrt, in der Bestrahlung maligner Tumoren nach einem für alle Fälle in gleicher Weise zu handhabenden Schema vorzugehen.

Es ist unbedingt notwendig, daß auch der Gynäkologe sich von jedem starren Schema frei hält und in seiner Technik die Bewegungsfreiheit erwirbt, wie sie z. B. für den

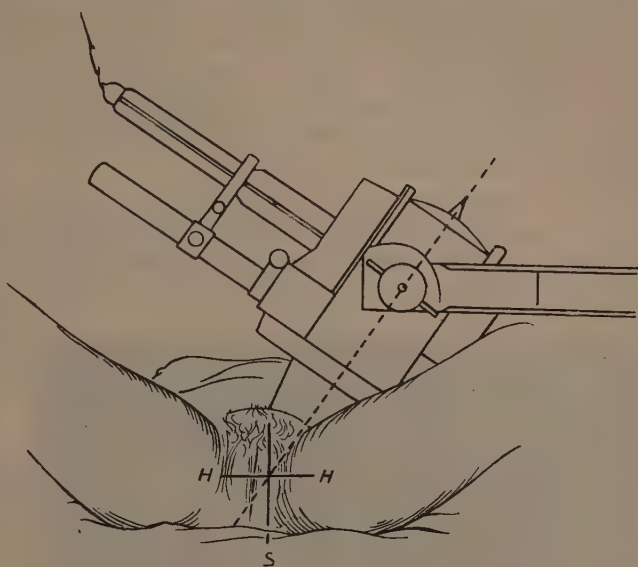


Abb. 4. Einstellung des Tubus, so daß seine Längsachse (punktlierte Linie) den Schnittpunkt der horizontalen und sagittalen Ebene über der Vulva trifft. Visieren von vorn. Richtige Neigung des Tubus nach der Seite. (Nach Seitz, aus Halban und Seitz, Biol. u. Path. d. Weibes.)

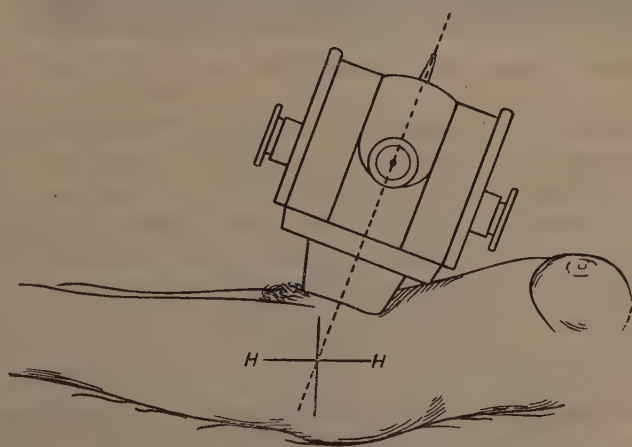


Abb. 5. Einstellung des Tubus, so daß seine Längsachse den Schnittpunkt der horizontalen und Querschnittsebene schneidet. Richtige Neigung des Tubus nach oben. (Nach Seitz, aus Halban und Seitz, Biol. u. Path. d. Weibes.)

Chirurgen unerlässlich ist. Immerhin liegen beim Karzinom der Frau die Verhältnisse von Fall zu Fall derart, daß gewisse Normen möglich sind.

Mit Recht wird die von Seitz und Wintz angegebene Kleinfeldermethode, der sog. Röntgenwertheim, viel angewandt. Doch auch hier wird man nicht stets gleich verfahren dürfen, sondern je nach den Körpermaßen unter Umständen Feldzahl und Fokushautabstand variieren; bei fetten Frauen wird man z. B. vom Vulvafeld und vom 30-cm-Tubus statt des 23-cm-Tubus öfters Gebrauch machen.

Bei Vernachlässigung der erforderlichen Sorgfalt birgt die Kleinfeldertechnik, abgesehen von den Mißerfolgen, besonders die Gefahren der Überkreuzung in sich. Durch Wahrung eines Zwischenraumes von 1–2 cm zwischen den Feldern lassen sich Überkreuzungen in der Subkutis vermeiden. Durch

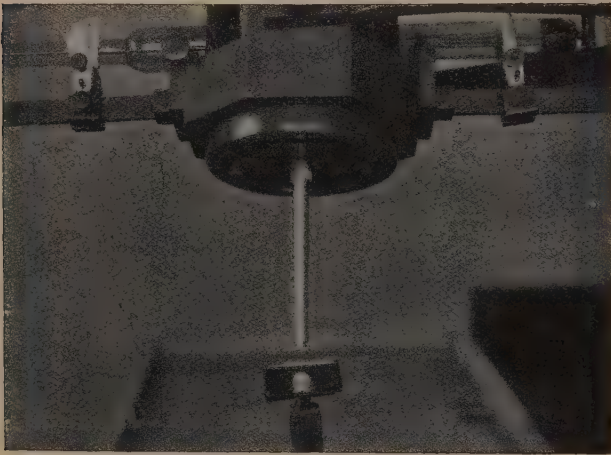


Abb. 6. Zentrier- und Einstellapparat nach Guthmann.

entsprechende Neigung des Tubus, die richtig nur durch Zielen, wie es bereits erwähnt ist, erreicht werden kann, muß die Kreuzung der Strahlenbündel im Tumor bewirkt werden. Bei der Überkreuzung vor oder hinter dem Tumor können sonst Blase und Mastdarm geschädigt werden. Anscheinend kann insbesondere das Sigma sowohl bei dem Mittelfeld als auch bei den parametranen Feldern

jedesmal oder wenigstens 2 mal in den Strahlenbereich kommen; die Zeiten zwischen den Sitzungen genügen unter Umständen nicht zur Erholung, und es kommt dann, wenn die Serie nach längerer Zeit wiederholt wird, zu manifesten, unter Umständen tödlichen Schädigungen des Darmes. Wir mahnen daher hier zur größten Sorgfalt bei der Einstellung der Felder und erinnern ferner daran, daß nur darmgesunde Individuen derart bestrahlt werden dürfen. Der Möglichkeit von Darmstörungen tragen Seitz und Wintz³⁸ Rechnung, indem sie empfehlen, in der 2. Sitzung stets das rechte Parametrium und zuletzt das linke Parametrium zu bestrahlen. Um auch zu vermeiden, daß ein Feld 2 mal in einer Sitzung bestrahlt wird, wie es in manchen Fällen von mitgeteilten schweren Haut- und Darmverbrennungen vorgekommen sein muß, empfiehlt es sich, die Felder mit dem Hautstift zu markieren. Das Stativ muß fest und der Tubus gut fixiert sein, so daß durch leichte Bewegungen der Patientin Änderungen an der Einstellung nicht vorkommen können.

Hat der Tumor die Größe einer Faust und darüber, so bietet die Großfeldbestrahlung größere Vorteile. Das Feld muß das zugehörige Lymphdrüsengebiet umfassen und es muß eine möglichst gleichmäßige Bestrahlung des

Unterleibes von wenigen Zentimetern unter der Haut, von der Vulva bis zum Nabel erstreckt werden.

Bei der Großfeldbestrahlung vergrößern sich an sich scheinbar kleine

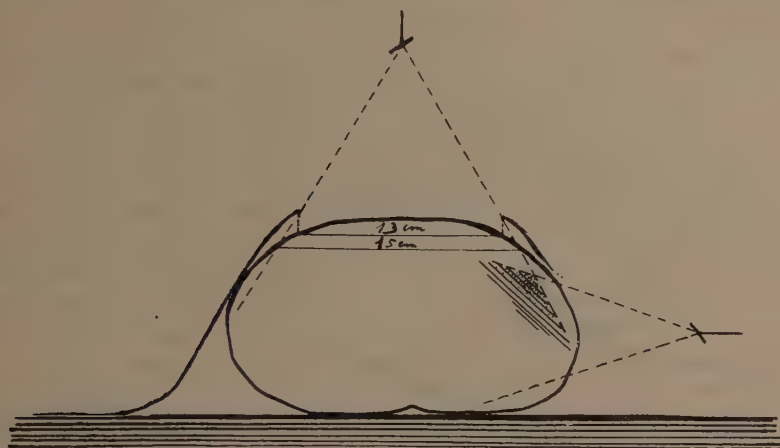


Abb. 7. Falsche Abdeckung. Bleidecken ragen in die Luft, so daß die wahre Feldgröße größer ist als beabsichtigt.

Fehler in ihren Wirkungen erheblich und müssen deshalb durch eine ganz besonders exakte Technik vermieden werden.

Wie bei jeder Bestrahlung überzeuge man sich vorher von der richtigen und genauen Zentrierung der Röhre im Schutzkasten. Zum mindesten muß

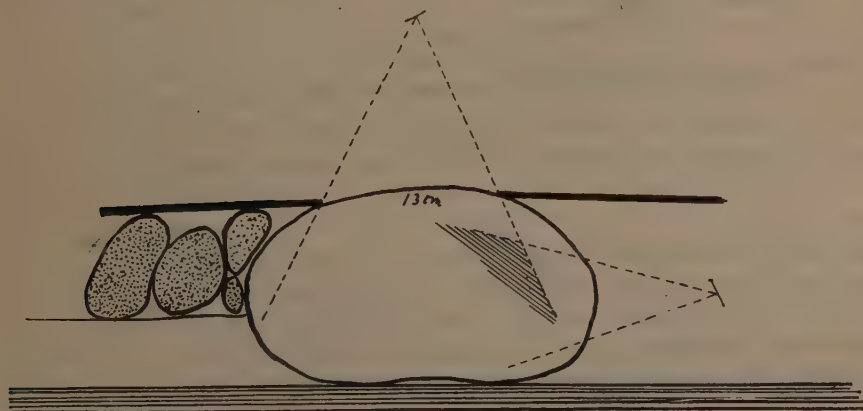


Abb. 8. Richtige Abdeckung. Bleidecken liegen an den Feldgrenzen dem Körper dicht an.

man durch das Augenmaß die Röhre im Kasten richten, wobei man sich selbst Beziehungspunkte schafft, indem man den Strahlenkegel ableuchtet. Eine von Guthmann¹⁰ angegebene Vorrichtung zur exakten Lagerung der Röhre, Messung des Fokushautabstandes und Feststellung der Richtung des ein-

fallenden Zentralstrahles gestattet sicher Fehler, die durch das Augenmaß bedingt sind, zu vermeiden, und sein Gebrauch muß daher dringend empfohlen werden (Abb. 6).

Um Überkreuzungen in oder dicht unter der Haut zu vermeiden, müssen die Zwischenräume zwischen den Feldern 5—7 cm betragen. Am besten spart man diese Zwischenräume mit Bleistreifen aus, die mit Mastisol fixiert werden. Bei der Abdeckung achte man darauf, daß die Bleidecken an den Feldgrenzen stets fest auf der Haut liegen, und bediene sich zur Fixierung des genügenden Stütz- und Polstermaterials. Liegen die Decken tangential auf der rundlichen Körperoberfläche, so daß das Feld in der Luft wie durch eine Blende abgegrenzt wird, so ist die wahre Feldgröße auf der Haut größer, und bei Nicht-

beachtung dieser Tatsache ist naturgemäß eine Verbrennung sehr leicht möglich (Abb. 7 u. 8).

Um den Intensitätsverlust an den Seiten möglichst klein zu machen, muß man das Einfallsfeld planieren. Ist bei großen Abständen dies mit dem Tubus nicht möglich, so steht uns das Gurtkompressorium zur Verfügung. Bei fetten Frauen läßt sich jedoch vielfach eine horizontale Einfallsfläche nicht herstellen; man wird hierauf bei der Felderwahl Rücksicht nehmen müssen. Oder

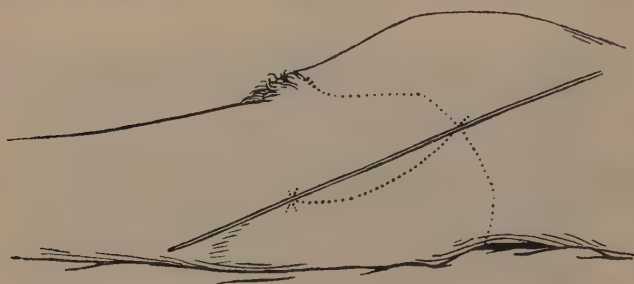


Abb. 9.

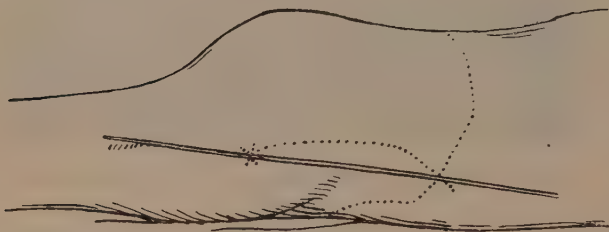


Abb. 10.

Fehlerhafter Verlauf der Körperlängsachse bei unkorrigierter Lagerung (nach Guthmann.)

man führt die Kompression mittels eines auf den Bauch aufgelegten, zwischen Haut- und Gurtkompressorium befindlichen Brettchens aus. Brettchen und Gurt zusammen wirken wie eine Übersichtung und müssen bei der Berechnung in Ansatz gebracht werden (Guthmann). Guthmann warnt vor der Anwendung des Gurtkompressoriums bei der Bestrahlung von Sarkomen bzw. sarkomverdächtigen weichen Myomen, da er 2 Fälle beobachtete, bei denen nach Anwendung des Gurtkompressoriums nach beendeter Bestrahlung beim Aufrichten der Patientin vom Bestrahlungstisch eine Lungenembolie auftrat! Eine exaktere Dosierung in den seitlichen Partien unter Vermeidung des seitlichen Strahlungsverlustes läßt sich durch ein Blendenverfahren erreichen, das Wintz^{50a} angegeben hat. Guthmann¹⁰ macht ferner auf einen zu vermeidenden Fehler bei der Großernfelderbestrahlung größerer Tumoren, besonders der Sarkome, aufmerksam, der darin besteht, daß bei falscher Lagerung

der Patientin die Abstände des Erfolgsorganes von der Oberfläche ganz verschieden sein können, und damit auch die zur Wirkung kommenden Dosen.

Er vermeidet diesen Fehler, indem er darauf achtet, daß die Körperlängsachse oder auch die in den Abb. dargestellten Verbindungslinien der auf die Oberfläche projizierten Beckenführungslinienendpunkte sowohl in der Rückenlage als auch in der Bauchlage jedesmal horizontal liegen (Abb. 9 u. 10).

Bei der Bemessung der Zeit bei Vergrößerung des Fokushautabstandes von 23 cm aufwärts hat sich ergeben, daß zur Erreichung des biologischen Effektes bei einem Abstand von 50 cm 5%, von 60 cm 10%, 70 cm 15%, 100 cm 20—25% länger als berechnet bestrahlt werden muß. Bestrahlt man jedoch aus zwei gegenüberliegenden Bauch- und Rückenfeldern z. B., so stellt der aus der entgegengesetzten Seite austretende Strahlenanteil bereits einen Zusatz dar, und man darf dann daher mit den Zusätzen der einzelnen Felder nicht zu freigebig sein, um Verbrennungen zu vermeiden.

Die Allgemeinschädigung des Organismus, insbesondere des Blutes, ist bei der Großernfelderbestrahlung viel größer wie bei der Kleinfeldbestrahlung. Gerade für die Schädigung des Blutes ist nicht so sehr die Dauer der Bestrahlung als die Feldgröße maßgebend, und die Großfelderbestrahlung kann die Patientin so sehr schädigen, daß Bumm und Warnekros⁴⁶ wiederholt Patientinnen nur durch Bluttransfusionen von der Röntgenkachexie retten konnten. Es ist daher falsch, sich auf eine Methode, also etwa die Großfeldermethode festzulegen, da wie gesagt die Technik sich nach der Lage des Einzelfalles richten muß.

Die Bestrahlungsserien (Kleinfeld) bzw. Sitzungen (Großfelder) sollen einmal, nötigenfalls beim Ausbleiben eines befriedigenden Erfolges mehrmals wiederholt werden, wobei die Pausen 4, 6, 8—12 Monate betragen müssen, also immer größer werden sollen. Es ist schwer zu entscheiden, wann im speziellen Fall mit der Bestrahlung aufgehört werden soll, ohne Karzinom zurückzulassen und ohne zuviel zu bestrahlen.

Beim Röntgenwertheim nach Seitz und Wintz müssen die Hautveränderungen bei den wiederholten Bestrahlungen manchmal schwere Bedenken einflößen. Das Mittelfeld wird in einer Serie 2—3mal, die Seitenfelder werden 2 mal mit der H. E. D. bestrahlt. Hat sich ein chronisch induratives Ödem entwickelt, so unterlasse man unter allen Umständen die wiederholte Bestrahlung eines solchen Feldes. Auch in anderen Fällen, in denen die Haut eine starke Reaktion aufweist, sich trocken anfühlt, vermeide man eine wiederholte Applikation der H. E. D. Besonders möchten wir da bezüglich des rückseitigen Mittelfeldes zur Vorsicht mahnen, an dem die Haut über dem Kreuzbein dünn ist und dem Knochen dicht aufliegt. Man muß sich damit helfen, daß man bei Wiederholungen, falls die Apparatur die genügende Tiefendosis gibt, der Haut nicht mehr als 80—90% der H. E. D. gibt, eventuell nach Möglichkeit die Felderzahl erhöht oder Großernfelder wählt, bei denen man, wenn man z. B. 4 an der Zahl wählt, leicht unter der H. E. D. an der Haut bleiben kann.

Bei Nachbestrahlungen nach mehr oder weniger radikalen Operationen soll man verfahren, wie wenn eine Operation nicht ausgeführt worden wäre.

2. Kombinierte Röntgen-Radiumbehandlung.

Die Möglichkeit beim Scheiden- und Uteruskarzinom, Radium an Ort und Stelle applizieren zu können, ermöglicht in hervorragender Weise die kombinierte Behandlung. Diese hat u. a. auch den großen Vorzug, daß durch das Radium eine etwaige Inhomogenität des Röntgenlichtes bis zu einem gewissen Grade ausgeglichen wird. Das für die Karzinombehandlung gebrauchte Radiumpräparat soll nicht weniger wie 25 mg Ra-Element, am besten 50 mg Ra-Element enthalten; auch beim Radium ist die Bestrahlung möglichst in einer Sitzung auszuführen, die Dosis plena ist wirksamer als die Dosis refracta. Es empfiehlt sich der Gebrauch solcher Präparate, die möglichst linear angeordnet sind (Menge²⁷, Kehrer¹⁹), da dadurch die Oberflächenintensität ohne Beeinträchtigung der Tiefenintensität herabgesetzt wird und man das Präparat viel länger einwirken lassen kann, ohne eine zu tiefgehende Nekrose der anliegenden Gewebsteile fürchten zu müssen.

Unter der Schädigung benachbarten gesunden Gewebes steht diejenige des Rektums obenan, die von mehr oder weniger starken Entzündungserscheinungen bis zu den schwersten ulzerösen Prozessen mit nachfolgender Stenosenbildung und zur Nekrose der Rektalwand führt. Um sie zu vermeiden, muß man beim Uteruskarzinom, wenn irgend möglich, die intrazervikale, intratumorale Radiumapplikation ausführen.

Je größer der Tumor, je mehr Tumorgewebe oder gesundes Zervikalgewebe zwischen Radiumröhrchen und Rektum vorhanden ist, um so sicherer läßt sich die Rektumschädigung vermeiden. Kehrer hält die Rektumfisteln bei einer Entfernung der Rektalwand von 2—3 cm bei intrazervikaler Behandlung selbst bei Anwendung von hohen Dosen von 6000—13000 mg El.-St. für sicher vermeidbar. Wir können diese Angaben für Dosen von 6000—8000 mg El.-St. bestätigen und haben bisher in einer größeren Anzahl von Fällen stets die Behandlung mit diesen Dosen in einer Sitzung durchführen können.

In Verkennung der großen Bedeutung, die das Tumorgewebe als Filter für den Schutz des benachbarten Gewebes hat, wird in der Praxis vielfach der Fehler gemacht, daß die Karzinome exkochleiert und verschorft werden und nach dieser symptomatischen Behandlung erst zur Radiumbehandlung geschickt werden. Dadurch ist die beste Chance für eine erfolgreiche Radiumbehandlung fortgenommen, da eine intratumorale Einlage des Radiums nicht mehr möglich ist. Bei der rein vaginalen Anwendung des Radiums aber lassen sich die Fisteln nicht vermeiden.

Eine Gefahr bleibt noch bei der intrazervikalen Radiumanwendung bestehen: die Infektion der Parametrien, Sepsis, septische Peritonitis. Die Ursache liegt in erster Linie in Stauung des infektiösen Sekrets im Uterus durch das den Zervikalkanal abschließende Radiumröhrchen.

Diese Fälle sind wohl so zu erklären, daß infolge der Tumorentwicklung im Halskanal des Uterus sich eine Stauung und Pyometra im Korpus ausgebildet hatte, die übersehen wurde und dann zur Infektion Anlaß gab. In diesen Fällen muß zuerst eine sorgfältige Vorbehandlung mit Spülungen der Uterushöhle stattfinden, ehe man das Radium einlegt; dann werden sich so schwere septische Erkrankungen wohl vermeiden lassen. Beim Eintreten höherer Temperaturen ist die Radiumkapsel mit Rücksicht auf die Sepsisgefahr sofort

zu entfernen. Sie kann dann oft nach Abfall der Temperatur in wenigen Tagen wieder ein- oder mehrmals eingelegt werden, bis die beabsichtigte Dosis erreicht ist. Um den Sekreten aus dem Uterus den Abfluß zu ermöglichen, hat Flatau⁶ einen großgefensterten Metallzylinder konstruiert, der nach Dilatation des Uterus mittels eines Mandrins eingelegt und in den hinein der Radiumträger eingeführt wird. Zwischen ihm und dem Radiumträger können dann die Sekrete ungehindert abfließen.

Bei der ungenügenden Tiefenwirkung des Radiums bleibt die Gefahr bestehen, daß die entfernten Beckenpartien und die Beckenlymphdrüsen eine Reizdosis erhalten und von ihnen dann die Rezidive ausgehen, die die wunderbaren Anfangserfolge zunichte machen.

Deswegen begnügen nur wenige Autoren sich mit der ausschließlichen Radiumbehandlung. Die meisten sind zur kombinierten Radium-Röntgenbehandlung übergegangen. Die Röntgenbehandlung soll der Radiumbehandlung unmittelbar folgen oder vorausgehen. Aus manchen Erfahrungen scheint nämlich hervorzugehen, daß bestrahlte Karzinomzellen nach einer gewissen Zeit ihr biologisches Verhalten ändern derart, daß sie refraktär werden.

β) Ovarialkarzinom.

Ihren Hauptwert hat die Bestrahlung zur postoperativen Nachbehandlung, die mit Rücksicht auf die relativ ungünstigen Resultate der Operation in jedem Fall ausgeführt werden sollte.

Es wäre falsch, bei Ovarialkarzinomen, bei denen eine radikale Operation nicht mehr möglich ist, von der Strahlenbehandlung allein Heilung zu erhoffen. Da versagt die Röntgenbestrahlung. Denn es ist ein Irrtum zu glauben, daß es möglich ist, sehr große und oberflächlich gelegene Tumoren, wie das notwendig ist, an jeder Stelle mit der Karzinomdosis zu treffen, da die Absorption in großen Gewebsmassen zu stark ist und in oberflächlichen Partien gemäß dem physikalischen Verhalten der Strahlen eine Homogenität nicht zu erreichen ist. Die Erfahrung hat gezeigt, daß auch hier die Operation, auch wenn sie nicht radikal sein kann, mit anschließender Röntgenbestrahlung bessere Resultate gibt. Es ist daher zu fordern, daß jedes Ovarialkarzinom, auch wenn es nicht radikal operabel ist, erst operiert und dann bestrahlt wird (Seitz und Wintz³⁸, Martius²⁴ u. a.). Es ist ohne weiteres verständlich, daß durch die operative Entfernung und Verkleinerung der Tumormassen die Bestrahlung technisch erleichtert wird.

Schmidt³⁶ berichtet aus der Bonner Frauenklinik über günstige Wirkung der Röntgenbestrahlung bei Ovarialkarzinom und deren Rezidiven, deren Ausdehnung Faustgröße überschritt oder sogar bis zum Nabel reichte. Dauerheilung wurde bei einem 11jährigen Mädchen erzielt, bei dem bei der Operation ausgedehnte Reste eines Adenokarzinoms zurückgelassen werden mußten.

Auch die Diagnose und Feststellung der Ausdehnung der Erkrankung erfordert zuweilen die Probelaparotomie. Auszunehmen von der operativen sowie von der Bestrahlungstherapie sind die desolaten Fälle.

Zu bedenken ist, daß die Aussicht auf Erfolg, abgesehen von der Ausdehnung und dem histologischen Charakter des Karzinoms, abhängig ist von der Widerstandskraft des Organismus. Auch hier wendet man am besten so-

lange wie möglich kleine Felder an. In der Tiefe gelegene Tumoren bis zu Faustgröße eignen sich für die Kleinfeldern, während für größere und oberflächlich gelegene Großfeldern vorzuziehen sind.

γ) Vulvakarzinom.

Das Vulvakarzinom bietet der Röntgenbestrahlung alle Schwierigkeiten, die in der Bestrahlung oberflächlich befindlicher Tumoren gelegen sein können. Da es nicht möglich ist, auf den Tumor mehrere Felder zu richten, so ist die Schwierigkeit um so größer, je tiefer das Karzinom vorgedrungen ist. Man führe daher bei tiefliegenden Karzinomen, wo dies eben noch möglich ist, die Radikaloperation aus und lasse die Bestrahlung nachfolgen. Das Feld und der Fokushautabstand müssen groß genug sein (70—100 cm Fokushautabstand), und Opfer an Zeit dürfen nicht gescheut werden. Da das Einfallsfeld bei der Vulvabestrahlung in einer Ebene liegen muß, kann die Feldgröße 9×12 cm nicht überschreiten. Nach Messung von Seitz und Wintz ergibt sich, daß bei einem Fokushautabstand von 100 cm in 3 cm Tiefe noch eine Dosis von 90% der H. E. D. erreicht wird. Man erzielt also nur die Lähmungsdosis, und daher muß die Bestrahlung je nach dem Zustand der Haut in möglichst kurzen Zwischenräumen (6 Wochen) wiederholt werden in der Hoffnung, durch Summierung den Zellen die tödliche Dosis zu verabreichen. Stets sind die Leistendrüsen mitzubestrahlen. Um dabei die Tiefendosis möglichst groß zu gestalten, wird man eine möglichst starke Kompression ausführen.

Handelt es sich um ein tiefgreifendes Vulvakarzinom, das man aus irgendeinem Grunde nicht operieren kann, so sei an die Möglichkeit erinnert, den Tumor durch einen Überbau (mit feuchtem Zellstoff) in die Tiefe zu versenken und dann von mehreren Feldern aus anzugreifen. Genau wie bei jedem tiefliegenden Karzinom ist dann die Lage des Tumors genau zu bestimmen, die Größe und Anzahl der Felder je nach den Körpermassen und der Art des Falles zu wählen. Es wäre fehlerhaft, wenn man anstatt sich dieses rationellen Verfahrens zu bedienen, ein für allemal gedankenlos das vielleicht bequemere einfachere Fernfeld anwenden wollte.

Wegen der langen Dauer der Bestrahlung beim Vulvakarzinom ist hier ganz besonders auf die bequeme Lagerung der Patientin und gute Polsterung aller Druckstellen (Beinhalter, Gesäß) zu achten.

Handelt es sich um ein in die Scheide höher hinaufreichendes Karzinom, so genügt das Vulvafeld nicht; es müssen vielmehr außerdem mehrere Kompressionsfelder zu Hilfe genommen werden, 2—3 je vom Schamberg und vom Rücken aus mit starker Neigung nach dem kleinen Becken zu, oder man bediene sich auch hier der Zellstoffwassereinbaumethode.

b) Chorionepitheliom.

Die Erfahrungen beim Chorionepitheliom sind nicht groß. Die Bestrahlung kommt insbesondere dann in Betracht, wenn es nicht gelungen ist, mit dem Messer den Tumor ganz zu entfernen. Es ist an die günstige Beeinflussung entfernt gelegener Metastasen nach Entfernung des Primärtumors zu erinnern. Man wird nicht fehlgehen, wenn man alle Regeln der Behandlung maligner Tumoren auch auf das Chorionepitheliom anwendet.

c) Sarkom.

Beim Sarkom begegnet man zuerst den Schwierigkeiten der Diagnose. Die Abgrenzung vom Myom haben wir bereits besprochen. Aus den sehr verschiedenen Angaben über die Häufigkeit des Vorkommens einer sarkomatösen Entartung der Myome, die zwischen 0 und 10% schwankt, geht hervor, daß selbst das histologische Bild nicht immer eindeutig ist. Öfters wird man jedoch klinisch in der Lage sein, aus gewissen Anzeichen wie schnellem Wachstum, Abmagerung der Patientin, unregelmäßigen Blutungen, die Diagnose Sarkom mit einiger Sicherheit zu stellen. Auch bei Verdacht empfiehlt es sich, den Tumor als Sarkom zu behandeln. Von einer Probeexzision sehe man wo möglich ab, da eine solche erfahrungsgemäß zu einem rapiden Wachstum des Tumors und zu einer Aussaat von Tumorzellen führen kann. Ein zum äußeren Muttermund herausragendes Sarkom kann zu einer Verwechslung mit Karzinom führen; hier läßt sich häufig die Probeexzision zur Entscheidung nicht vermeiden. Bei weichen Uterustumoren jugendlicher Patientinnen denke man an Gravidität. Hat man fälschlicherweise statt eines Sarkoms ein Myom angenommen und die Kastration ausgeführt, so gibt sich die Fehldiagnose durch Wachstum des Tumors, Fortbestehen der Blutungen, Gewichtsabnahme, ein- oder doppelseitiges Ödem der Beine zu erkennen. Operierte Sarkome sollten nachbestrahlt werden, besonders natürlich dann, wenn Geschwulstteile zurückgelassen werden mußten oder wenn es zu Adhäsionen und sekundärer Vaskularisation des Tumors gekommen war.

Wegen der meist erheblichen Ausdehnung wird man gewöhnlich große Fernfelder anzuwenden haben; wir weisen auf das hin, was wir beim Karzinom über die Großfeldertechnik ausgeführt haben.

Bei Sarkombestrahlungen kann es zur Bildung großer Mengen von Zerfallsprodukten kommen, bei deren Resorption Fieber entsteht und eventuell bedenkliche Intoxikationserscheinungen.

Man wird versuchen, diese Schädigungen durch einen Aderlaß mit nachfolgender Kochsalzinfusion zu bekämpfen. Bei Darmreizungen regule man sorgfältig die Verdauung und gebe nötigenfalls Kamillentee-Einläufe.

c) Tuberkulose.

Die Allgemeinbehandlung darf nicht vernachlässigt werden. Ist der Körper nicht imstande, sich der Infektion zu erwehren, nützt auch die Röntgenbestrahlung nichts. Da die Peritoneal- und Genitaltuberkulose meist sekundär sind, ist nach dem Primärherd zu forschen und dieser therapeutisch anzugehen.

Bei der feuchten Form der Bauchfelltuberkulose wirkt die Laparotomie mit Ablassen des Aszites günstig, während bei der trockenen Form die operative Therapie mit einer hohen primären Mortalität und dem Auftreten von Kotfisteln belastet ist und deshalb auch wenn möglich auf die Probelaparotomie verzichtet werden sollte. Bei der letzteren und auch bei der exsudativen Form, wenn es sich um leichtere Prozesse (ohne Raumbeengung, mit Aszites jüngeren Datums) handelt, ist die Röntgenbestrahlung allein von günstigem Einfluß.

Da die Genitaltuberkulose zur Ausheilung neigt, so kann sich die ope-

relative Therapie bei ihr gegebenenfalls mit einer Probelaaparotomie zur Sicherung der Diagnose (Elymer fand in einem zweifelhaften Fall ein Tubenkarzinom statt der Tuberkulose) und Feststellung der Ausdehnung der Krankheit begnügen. Die radikale Entfernung durch Operation ist wünschenswert, wenn die primäre Erkrankung an Intensität und Umfang hinter der Genitalerkrankung zurücktritt. Bestehen schwere tuberkulöse Darm- oder Lungenherde, ist erhebliche Kachexie vorhanden, ist die Genitalerkrankung soweit fortgeschritten, daß eine Radikalentfernung des Kranken schwierig erscheint, oder wenn die Operation abgelehnt wird oder aus einem anderen Grunde nicht möglich ist, ist die Röntgenbehandlung allein auszuführen; die Nachbestrahlung mit Röntgen ist stets auszuführen, wenn kranke Teile zurückgelassen werden mußten oder nur eine Probelaaparotomie ausgeführt wurde. Bei einseitiger tuberkulöser Adnexerkrankung ist die Bestrahlung zu unterlassen, wenn die Aussicht besteht, durch eine konservierende Operation die Konzeptionsfähigkeit zu erhalten oder eine Sterilität zu beseitigen. Große Eiterhöhlen soll man durch Punktion erst entleeren und eventuell mit 10% Jodoformglyzerin füllen.

Die Technik läßt mancherlei Variationen zu. Wünschenswert ist, daß bei der Bauchfelktuberkulose die Haut nicht bis zur H. E. D. belastet wird, damit andere Prozeduren, wie Schmierseifeneinreibungen und Höhensonnenbestrahlungen, ausgeführt werden können. Bei der Verwendung eines großen Vorder- und Rückenfeldes bei großem Fokushautabstand ist zur Vermeidung von Verbrennung in den seitlichen Partien darauf zu achten, daß der Fokushautabstand genügend groß (60—70 cm) und die Felder seitlich exakt abgedeckt werden.

Bei der Uterus- und Adnextuberkulose ist das ganze kleine Becken mit 50% der H. E. D. zu bestrahlen. Selbstverständlich werden die Kranken durch die Bestrahlung gleichzeitig kastriert; die Kastration selbst hat aber durch Ausfall der Menses einen günstigen Einfluß auf die Erkrankung. Die Bestrahlungen sind mehrmals mit steigenden Zwischenpausen nach 8—12, 12—16 Wochen, 6—8, 8—12 Monaten zu wiederholen. Wie oft man die Bestrahlung wiederholen soll, ist in den Einzelfällen verschieden und richtet sich besonders nach der Reaktion des Organismus. Sprechen der Körper, das Allgemeinbefinden sowie der lokale Befund gut auf die erste Dosis an, so wird man im allgemeinen je nach dem späteren Befund die Bestrahlung 1—2 mal wiederholen müssen. Reagiert der Körper dagegen mit Fiebersteigerung oder dgl., so wird man am besten einige fieberfreie Wochen bis zur 2. Bestrahlung verstreichen lassen und mit der Gesamtdosis herabgehen. Reagiert der Körper bei dieser 2. Bestrahlung nochmals mit Fieber, ohne daß der Lokalbefund eine Besserung aufweist, so unterläßt man am besten jede weitere Röntgenbestrahlung.

d) Pruritus, Kraurosis vulvae.

Beim Pruritus versäume man nicht die Untersuchung auf Diabetes, Oxyuren, ätzenden Ausfluß, Rhagaden, Hämorrhoiden. Während bei essentiellen Formen des Pruritus die Strahlenbehandlung eine kausale Therapie darstellt, bedeutet sie beim symptomatischen Pruritus nur eine Unterstützung der übrigen Behandlung. Die Röntgenbehandlung ist nicht angebracht bei

großer Unruhe und Ängstlichkeit, Neurasthenie und Geisteskrankheiten, psychosexuellen Störungen (Vogt⁴⁵).

Zur endgültigen Beseitigung des Juckreizes wird man die Bestrahlungen meist mehrfach wiederholen müssen. Hierbei muß man jedoch vorsichtig zu Werke gehen, um Verbrennungen zu vermeiden. Bumm³ berichtet über einen Fall, in dem es nach zahlreichen Röntgen- und Radiumbestrahlungen beim Pruritus zu einer Verbrennung der Vulva und schließlich zur Karzinombildung kam. Die Patientin erlag trotz mehrfacher Operationen zuletzt ihrem Karzinom. Bumm folgert aus dieser Beobachtung auch, daß man bei Verbrennungen am äußeren Genitale mit der konservativen Behandlung keine Zeit verlieren und die Exstirpation der geschädigten Hautpartien ausführen solle; nach $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Jahr, d. h. sobald die Röntgennekrose nach der Tiefe zu gut abgegrenzt sei, könne die Exstirpation vorgenommen werden.

Es kommen mittelharte Strahlen zur Verwendung, da eine erhebliche Tiefenwirkung nicht erforderlich ist.

Bei der Kraurosis vulvae, bei der die Hautveränderungen tiefer reichen, muß die Strahlung härter sein wie für den Pruritus.

Auch hier hat die Erythemdosis als Grundlage des Maßsystems zu gelten. Mit gutem Rechte kann man sich der älteren Meßmethoden (Sabouraud-Noiré-Tablette) bedienen, da für die verwendeten weichen Strahlen die Meßfehler geringer sind wie bei den harten Strahlen.

Literatur.

1. Aschenheim, Schädigung einer menschlichen Frucht durch Röntgenstrahlen, Strahlenther. 1920, 11 S. 789.
2. Beclère, Über die Röntgentherapie der Uterus-Fibromyome nach 300 Beobachtungen, Strahlenther. 1923, 14 S. 571.
3. Bumm, Über Röntgenkarzinome bei der Frau, Zschr. f. Geburtsh. 1923, 86, H. 2, S. 445.
4. Eckelt, Die Qualität der Radium- und Röntgenstrahlen und ihre Bedeutung für die Behandlung des Kollumkarzinoms, Arch. f. Gynäk. 1919, 110, H. 3.
- 4a. Fried, Pordes Verhandl. d. D. Röntgenges. 1924.
5. Flaskamp, Röntgentherapie bei entzündlichen Adnexerkrankungen, Zbl. f. Gyn. 1923, Nr. 3 S. 100.
6. Flatau, Eine Verbesserung der intrauterinen Radiumanwendung, Zbl. f. Gyn. 1922, Nr. 1 S. 36.
7. Fuchs, Die Ausfallserscheinungen nach der Röntgenmenopause, Strahlenther. 1921, 12 S. 742.
8. Gál, Die Resultate der operativen und Strahlenbehandlung des Gebärmutterfibroms mit besonderer Berücksichtigung der sog. Ausfallserscheinungen, Strahlenther. 1923, 15 S. 172.
9. Gauß, Diagnose und Therapie der weiblichen Genital- und Peritonealphthise, 1922, 13 S. 573.
- 9a. Gauß u. Lembke, Röntgentiefentherapie, Strahlenther. 1912, I. Sonderband.
10. Guthmann, Zur Technik der Fernbestrahlung, Strahlenther. 1923, 15 S. 214.
11. Halban, Zur Klinik der Myome, Zbl. f. Gyn. 1921, 42 S. 1517.
12. Händly, Pathologisch-anatomische Ergebnisse der Strahlenbehandlung, Strahlenther. 1921, 12 S. 1.
13. Halberstädter, Physikalische Eigenschaften und biologische Wirkungen der von der Rückseite der Antikathode ausgehenden Strahlen, Fortschr. d. Röntgenstr., 29 S. 478.
14. Heimann, Ergebnisse gynäkol. Bestrahlungen, Strahlenther. 1923, 14 S. 616.
15. Derselbe, Hautveränderungen nach Intensivbestrahlungen, ebendort S. 685.
16. Holfelder, Ferngroßfelderbestrahlung oder Röntgenwertheim, Strahlenther. 1920, 11 S. 917.
16. Derselbe, Die Ursachen der Röntgenschädigungen und Winke zu deren Vermeidung, M. Kl. 1921 H. 23.
17. Derselbe, Räumlich-homogene Dosierung und ihre Lösung durch den Felderwähler, M. m. W. 1920, Nr. 32 S. 926; Strahlenther. 1921, 12 S. 161.
- 17a. Holthusen, Biolog. Dosierung d. Röntgenstr., Kl. W. 1924.
18. John, Technik und Erfolge der einzelnen Autoren bei der Behandlung der Myome und hämorrhagischen Metropathien mit Röntgenstrahlen, Strahlenther. 1916, 7 S. 300.
19. Kehrer, Über Tiefenwirkung und Reizdosierung des Radiums bei der Karzinombestrahlung, M. m. W. 1918, Nr. 27 S. 719.
20. Krömer, Der Einfluß der Strahlentherapie auf die Krebsbehandlung und die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit, Mschr. f. Geb. u. Gyn. 46 S. 292.
21. Krönig und Friedrich, Physiologische und biologische Grundlagen der Röntgentherapie, Strahlenther. 3. Sonderband 1918.
22. Lang, Zur Strahlenbehandlung der Urogenital- und Bauchfelltuberkulose, Strahlenther. 1923, 14 S. 126.
23. Langer, Einstelltechnik unter Kontrolle des Auges für die Röntgen-Tiefentherapie, M. m. W. 1923, Nr. 16 S. 503.
24. Martius, Die Röntgenstrahlenbehandlung in der Gynäkologie, Handbuch der gesamten med. Anwendung der Elektrizität von Boruttau, Mann, Levi-Dorn, Krause, Lief. IV., Klinkhardt, Leipzig 1923.

25. Mayer, A., Röntgentherapie in der Gynäkologie, Strahlenther. 1923, 14 S. 818.
 26. Derselbe, Über die Beeinflussung der menschlichen Frühschwangerschaft durch Röntgenstrahlen, ebendort S. 97.
 27. Menge, Zur Strahlenbehandlung des Uteruskarzinoms, Zbl. f. Gyn. 1918, Nr. 49 S. 890.
 28. Mühlmann und Mayer, Beiträge zur Röntgenschädigung tiefegelegener Gewebe, Strahlenther. 1923, 15 S. 48.
 29. Müller, Ch., Über den Stand der Röntgentiefentherapie der Karzinome, Strahlenther. 1920, 10 S. 749.
 30. Opitz, Über starkgefilterte Röntgen- und Radiumstrahlen, M. Kl. 1918, Nr. 38 S. 925; Nr. 39 S. 953.
 31. Pape, Der Röntgenkater, Strahlenther. 1923, 14 S. 923.
 32. Derselbe, Drei Jahre halbseitige Röntgenkastration, ebendort S. 601.
 33. Reifferscheid, Über die Röntgentherapie in der Gynäkologie, Strahlenther. 1914, 4 S. 146.
 34. Rieder, Verminderung der Allgemeinerscheinungen nach Röntgentiefenbestrahlung (Der Röntgenkater), Strahlenther. 1921, 12 S. 573.
 35. Schlagintweit und Sielmann, Untersuchungen über den Röntgenkater, Kl. W. 1922, Nr. 43 S. 2136.
 36. Schmidt, H. R., Die Erfolge der Strahlenbehandlung an der Bonner Frauenklinik, Strahlenther. 1921, 12 S. 117.
 37. Schwarz, Über Schädigungen bei der Röntgenbehandlung von Myomen und hämorrhagischen Metropathien, Strahlenther. 1923, 15 S. 398.
 38. Seitz und Wintz, Unsere Methoden der Röntgentiefentherapie und ihre Erfolge, Strahlenther. 1920 5. Sonderband.
 39. Seitz, Strahlentherapie in Halban-Seitz, Biologie und Pathologie des Weibes, Lief. 1 1923.
 40. Sielmann, Untersuchungen über den Einfluß der Röntgenstrahlen auf den Kochsalzstoffwechsel und Beziehungen zur Therapie des „Röntgenkaters“, Strahlenther. 1923, 15 S. 458.
 41. Sippel, Profuse Menorrhagien bei Uterusmyom. Dauernde Amenorrhöe durch Röntgenstrahlen. Nach 11 Monaten Exstirpatio uteri wegen Sarkom, Mschr. f. Geb. u. Gyn. 1916, 44 S. 139.
 42. Stephan, Über Steigerung der Zellfunktionen durch Röntgenstrahlen, Strahlenther. 1920, 11 S. 517.
 43. Derselbe, Über die Funktion der Nebennierenrinde, M. m. W. 1922, Nr. 10 S. 339.
 44. Vogt, Über das atypische Verhalten des Uterus in der Menopause nach Röntgenkastration, Zbl. f. Gyn. 1922, 22 S. 914.
 45. Derselbe, Ausgewählte Kapitel der gyn. Röntgentherapie. Strahlenther. 1923, 14 S. 836.
 46. Warnekros, Bluttransfusion. Verhandl. d. Deutsch. Gesellsch. f. Gyn. 1920.
 47. Wehmer, Praktische Winke zur exakten Durchführung eines Bestrahlungsplanes, Strahlenther. 1923, 14 S. 432.
 48. Wolmershäuser und Eufinger, Milzbestrahlung bei Genitalblutungen, M. m. W. 1922, 29 S. 1077.
 49. Wetzels, Röntgenschädigungen mit und ohne Beteiligung der Haut, Strahlenther. 1921, 12 S. 585.
 50. Winter, Ergebnisse der Röntgenbehandlung der Myome und menorrhagischen Metropathien, Strahlenther. 1921, 12 S. 783.
 - 50a. Wintz, Die Röntgenbehandlung des Mammakarzinoms, Leipzig 1924, G. Thieme.
 51. Zweifel, Bestrahlung des unvollkommen operierten Ovarialkarzinoms, Strahlenther. 1923, 15 S. 624.
 52. Derselbe, Die Strahlenbehandlung der Myome und Metropathien des Uterus, Strahlenther. 1921, 12 S. 144.
-

Irrtümer der Röntgentherapie bei Hautkrankheiten

Von

Professor Dr. **G. A. Rost**

Mit 3 Textabbildungen

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Über biologische Strahlenwirkung	370
Fehler in der Anzeigestellung	372
Fehler der Dosimetrie.	379
Fehler der Methodik	384
Literatur	388
Tabelle für Indikation und Dosierung bei Röntgenbestrahlungen	388

Wohl auf keinem Gebiete wird strahlentherapeutisch, soweit wenigstens Röntgenstrahlen in Frage kommen, mehr gesündigt wie auf dem der Hautkrankheiten. Damit soll nicht etwa behauptet werden, daß der fachlich voll ausgebildete Dermatologe sich solcher Sünden schuldig mache, sondern die betrübliche Tatsache festgestellt werden, daß zahllose Ärzte, seien sie Allgemeinpraktiker oder solche eines anderen Faches, sich für befugt halten, Hautkrankheiten zu bestrahlen, ohne die hierfür unumgänglich notwendigen Vorkenntnisse zu besitzen. Es genügt nicht, einen Röntgenapparat zur Verfügung zu haben, die Dosimetrie zu beherrschen und vielleicht sogar einige Vorstellungen von biologischer Strahlenwirkung zu haben, um für sich das Recht abzuleiten, erkrankte Haut mit Strahlen zu mißhandeln. Oft sind diese Voraussetzungen aber noch nicht einmal alle vorhanden und die Fälle gar nicht selten, wo ein lediglich für Diagnostik eingerichteter und diese beherrschender Kollege so nebenher auch „Hautbestrahlungen“ ausführt. Die unausbleiblichen Folgen sind Röntgenverbrennungen oder Mißerfolge, die das an sich so segensreiche Verfahren in der Klientel diskreditieren und die Patienten vor der Wiederholung „fachärztlicher“ Bestrahlungen ängstlich machen oder ganz abhalten. Aufgabe dieser Abhandlung soll es daher sein, als Wegweiser zu dienen, wie Fehler in der Anwendung der Röntgenstrahlen und damit physische und finanzielle Schädigungen des Patienten vermieden werden. Letzteres insoweit, als die Behandlung mit Röntgenstrahlen von solchen Erkrankungen vermieden werden muß, bei denen von vornherein nach unseren heutigen Kenntnissen und Methoden eine Wirkung nicht wohl erwartet werden kann.

Es sollte eigentlich eine Selbstverständlichkeit sein, daß derjenige, welcher erkrankte Haut bestrahlen will, zu allererst wissen muß, was für eine Erkrankung überhaupt vorliegt. Mit anderen Worten, es ist unter allen Umständen eine sichere Diagnose die erste Forderung. Dies setzt aber voraus, daß man etwas von Hautkrankheiten versteht, oder wenn dies nicht der Fall ist, sich vom Fachdermatologen in dieser Hinsicht beraten läßt.

Ehe wir aber auf die Fehler der Anzeigestellung näher eingehen, wird es gut sein, einige wichtige Punkte aus dem Gebiete der biologischen Strahlenwirkung vorausszuschicken. Es ergeben sich dann bereits bestimmte Richtlinien für die Entscheidung, ob bei einer Affektion der Haut überhaupt eine Wirkung durch Strahlen erwartet werden darf oder nicht. Auch ist eine richtige Dosierung undenkbar, wenn beim Therapeuten nicht gewisse exakte Vorstellungen über die Auswirkung seines Vorgehens bestehen. Die folgenden Zeilen, die sich nicht eigentlich mit „Irrtümern“ beschäftigen, seien daher trotzdem der Beachtung empfohlen; sie werden manchen „Irrtum“ verhüten helfen.

Über biologische Strahlenwirkung.

Soweit die normale, unveränderte Haut in Frage kommt, ist zunächst daran zu erinnern, daß im Hinblick auf die Wirkung der Röntgenstrahlen Epidermis, Kutis und Subkutis „Aggregate“ oder „Kompositionen“ von Zellen verschiedenster Radiosensibilität darstellen.

Darum ist die Strahlenempfindlichkeit einer Hautstelle ein relativer Begriff, der erstens abhängig ist von der Größe der auf sie einwirkenden Dosis und zweitens von der Art und dem Zustand der Zellen dieser Stelle.

Bezüglich der Dosis wird in einem späteren Kapitel noch das Nötige zu sagen sein; hier sei lediglich festgestellt, daß sich unsere Betrachtungen im wesentlichen auf die in der Therapie üblichen Dosen beziehen, die man darum auch als „pharmakologische“ bezeichnen kann.

Die einzelnen Zellarten, welche die Haut aufbauen, sollen als bekannt vorausgesetzt werden. Daß diese Arten in quantitativer Hinsicht in den verschiedenen Regionen der Haut des menschlichen Körpers nicht unwesentliche Unterschiede aufweisen, darf gleichfalls als bekannt vorausgesetzt werden. Es sei nur daran erinnert, daß an behaarten Stellen (Kopf, Bartgegend) die Zahl der Haarpapillen ganz erheblich vermehrt ist, daß gewisse Stellen (Handteller und Fußsohle) vollkommen frei davon sind, daß gewisse Stellen viele Talg- oder Schweißdrüsen haben, andere weniger usw. Kurzum „Haut“ ist durchaus kein völlig einheitliches Gebilde, sondern in anatomischer Hinsicht ein bedeutende regionäre Unterschiede aufweisendes Organ. Die Art des Aufbaues einer Hautstelle bedingt aber deren besondere Reaktionsfähigkeit auf Strahleneinwirkung, und es ist nun festzuhalten, daß die einzelnen, eine Hautstelle aufbauenden Zellelemente keine gleichmäßige Strahlenempfindlichkeit gegenüber der gleichen Dosis Röntgenstrahlen haben, sondern sich zum Teil ganz verschieden verhalten. Es gilt das zuerst von Bergonié und Tribondeau aufgestellte Gesetz, welches lautet:

Die Röntgenstrahlen wirken umso intensiver auf die Zelle: 1. je größer die reproduzierende Fähigkeit dieser Zelle ist, 2. je länger ihr karyokinetischer Werdegang ist, 3. je weniger ihre Morphologie und ihre Funktion (außer der reproduzierenden Tätigkeit) definitiv fixiert ist.

Diese Eigenschaften sind nun bei den einzelnen Zellelementen der Haut maßgebend für den Grad ihrer Beeinflußbarkeit durch Röntgenstrahlen. Auf der Kenntnis dieser Eigenschaft baut sich unser therapeutisches Vorgehen auf. Hochstrahlenempfindlich sind zunächst die Keimschicht der Epidermis (Basalzellschicht) und deren als Haarpapille bezeichnete Einsenkung in die Kutis, ferner das Epithel der Hautdrüsen (Talg- und Schweißdrüsen). Zur Beeinflussung dieser Zellarten genügen Dosen, welche die übrigen Zellarten im allgemeinen nicht erheblich in ihrer Lebensfähigkeit schädigen. Diese Wirkungsweise der Röntgenstrahlen, oder richtiger diese verschiedene Reaktion auf die Einwirkung der Strahlen nennt man herkömmlich elektive Wirkung. Auf ihr beruht in weitem Umfange auch die therapeutische Anwendung der Röntgenstrahlen bei vielen krankhaften Veränderungen. Festzuhalten ist jedoch, namentlich im Hinblick auf die Vermeidung von Röntgenschädigungen, daß dieser Begriff nur ein relativer ist, d. h. daß also ein lediglich quantitativ verschiedenes Verhalten der einzelnen Haut-

zellen damit ausgedrückt wird. An sich werden nahezu alle Zellen durch selbst noch so kleine Dosen von Röntgenstrahlen irgendwie beeinflusst, das wird uns bei der Besprechung der Dosierung noch zu beschäftigen haben; nur die Intensität dieser Beeinflussung ist verschieden und regelt sich nach dem obigen Gesetz.

Daraus wird es auch verständlich, daß Hautbestandteile, welche kernlos sind, wie die kollagenen und elastischen Bindegewebsfasern überhaupt, nicht direkt durch Strahlen angreifbar sind; das gleiche gilt für diejenigen Schichten der Epidermis, die — praktisch — kernlos sind, wie die Hornschicht, oder deren Kerne im „Absterben“ sind, wie die Körnerschicht. Auch die Zellen der Hautmuskeln und Nerven, denen kaum besondere Proliferationsfähigkeit innewohnt, sind verhältnismäßig wenig strahlenempfindlich. Hochradiosensibel sind dagegen, wie Verfasser erstmals zeigen konnte, alle die Zellenelemente der Kutis, die — neben sonstigen Funktionen — bei reparativen Vorgängen (Defektheilung-Narbenbildung) in Tätigkeit treten und denen demgemäß gewaltige Proliferationskraft innewohnt, es sind das die Fibroblasten (Stromazellen, v. Baumgarten-Askanazy) und die Angioblasten (Kapillarendothelien, auch die Adventitiazellen Marchands).

Mit dieser, in großen Umrissen skizzierten, auf anatomischer Basis begründeten Bestimmung ist aber die Radiosensibilität einer Hautstelle im Einzelfalle noch keineswegs festgelegt. Hinzu treten noch individuelle und „funktionelle“ Faktoren, die u. U. jene sehr wesentlich beeinflussen und deren Kenntnis namentlich zur Vermeidung von Röntgenschädigungen unbedingt erforderlich ist. Zu den ersteren Faktoren gehört Alter und Geschlecht des betreffenden Individuums. Kinderhaut mit ihren zu lebhaftem Wachstum geneigten Zellen ist entschieden empfindlicher als Greisenhaut mit ihren „Alterserscheinungen der Zellen“. Die Haut des Weibes zeigt gewisse, allerdings nicht sehr bedeutende Unterschiede gegenüber der des Mannes. Ob es dagegen Individuen gibt, die eine spezifische Idiosynkrasie gegen Röntgenstrahlen haben und abnorm stark auf „pharmakologische“ Dosen reagieren, ist bis heute nicht mit Sicherheit entschieden. Ich kann mich auf Grund meiner Erfahrungen jedenfalls nicht zu dieser Ansicht bekennen. Wenn sie tatsächlich vorkommen sollte, dürfte sie so enorm selten vorhanden sein, daß sie praktisch kaum von Bedeutung ist und daher auch hier bezüglich der Vermeidung von Röntgenschädigungen außer Betracht bleiben kann.

Zu den funktionellen Faktoren gehört all das, was das Leben der Haut im gegebenen Moment regelt oder beeinflusst, also Blutz- und abfluß; Verhalten des Lymphstromes und der Gewebsflüssigkeit überhaupt, sicher auch das Verhalten der Hautnerven, namentlich der des sympathischen Systems. Allerdings wissen wir über diesen Punkt nicht viel und müssen ihn darum hier übergehen.

In erster Linie ist der Grad und die Art der Blutversorgung einer Hautstelle zu beachten. Noch zwar wissen wir nichts Genauereres, ob die Zusammensetzung des durchströmenden Blutes, auch der Gehalt an gewissen Medikamenten (z. B. Jod) von Einfluß sein kann, wohl aber scheint nach m. A. der Sauerstoffgehalt desselben von erheblicher Bedeutung zu sein. Je sauerstoffreicher das eine Hautstelle durchströmende Blut ist, desto höher, je sauerstoffärmer, desto geringer die Radiosensibilität. Es war eine schon im Beginn der Röntgen-

ära gemachte Erfahrung, daß aktiv hyperämisierte Haut auf wesentlich geringere Dosen reagierte als anämische oder gestaute. Man stellte sehr bald regionäre Unterschiede an der Haut des Menschen fest, die hierin ihren Grund fand: Gesicht und Gelenkbeugen z. B. wurden als entschieden strahlenempfindlicher gefunden gegenüber den Gliedmaßen, besonders den Unterschenkeln. Eine Mittelstellung nehmen Hals und Rumpf ein.

Diese kurzen Vorbemerkungen müssen genügen, um ein Verständnis für die therapeutische Verwendung der Röntgenstrahlen in der Dermatologie zu ermöglichen; bezüglich Einzelheiten muß auf die besonderen Lehrbücher verwiesen werden.

Fehler in der Anzeigestellung.

Sind wir über die biologische Wirkung der Röntgenstrahlen auf normale Zellen bzw. Haut verhältnismäßig gut unterrichtet, wenn auch noch manches, namentlich bezüglich der feineren Vorgänge in den Zellen, aufzuklären bleibt, so kann dies in gleichem Maße von der Wirkung auf erkrankte Haut und deren Zellen nicht behauptet werden. Wir stecken zwar nicht mehr ganz in der reinen Empirie der ersten Jahre, aber allzuweit sind unsere Kenntnisse auch heute noch nicht gediehen. Noch immer kommt der Erfahrung des einzelnen Therapeuten eine ganz erhebliche Bedeutung zu, und vieles läßt sich heute noch nicht so fassen, daß es lehrbuchmäßig dargestellt werden könnte. Wir müssen auf diesen Punkt gerade hier besonders hinweisen; das therapeutische Vorgehen besteht ja, wie im allgemeinen, so auch hier, nicht in der schematischen Anwendung bestimmter Strahlenmengen, sondern in der individuellen Erfassung des vorliegenden Krankheitsvorganges und der aufs bestmögliche darauf abgestimmten Behandlung. Das setzt aber Schulung und Erfahrung voraus in einem Umfange, wie er — wenigstens heute noch — durch das geschriebene Wort allein nicht übermittelt werden kann.

Einige Punkte von allgemeiner Bedeutung seien zunächst vorausgeschickt: Wichtig zu wissen ist, daß den Röntgenstrahlen eine abtötende Wirkung auf Krankheitserreger auf oder in der Haut an sich nicht zukommt. Es werden also weder Pilze noch Bakterien usw. irgendwie direkt beeinflusst. Wohl aber ist eine indirekte Wirkung durchaus anzunehmen, wie wir unten noch sehen werden.

Ein weiterer wichtiger Punkt sind die Durchblutungsverhältnisse der zu bestrahlenden Hautfläche. Soweit regionäre Verschiedenheiten der normalen Haut in Frage kommen, ist oben schon das Nötige gesagt. Hier handelt es sich um Veränderungen, die mit dem Krankheitsprozeß direkt oder indirekt in Beziehung stehen. Da sind zu beachten zunächst Erscheinungen etwa vorhandener akuter Entzündung. Entzündung (im alten klinischen Sinne) bedeutet — neben anderen — eine aktive Hyperämie und damit, wie bereits angedeutet, eine Erhöhung der Sensibilität der betreffenden Hautstelle. Entzündete Haut bietet zwar nicht unbedingt, so doch in bedingter Weise eine gewichtige Gegenanzeige für Bestrahlungen. Der erfahrene Therapeut wird durch geeignete Dosierung sich hier Ausnahmen gestatten können (s. unten), der Anfänger aber sei eindringlich gewarnt. Anders liegen dagegen

die Verhältnisse bei den „chronischen“ Entzündungen, wie wir unten noch sehen werden.

Und noch ein Punkt von allgemeiner Bedeutung finde hier Erwähnung: die Rücksicht auf unterliegende Organe. Wenn es auch durch geeignete Strahlenqualität meist gelingt, das Optimum der eingestrahnten Strahlenmenge an den Ort des beabsichtigten Erfolges zu konzentrieren, so ist doch, namentlich bei stärker gefilterten Strahlen und größeren Dosen, in vielen Fällen eine Wirkung auf Organe, die unter der bestrahlten Hautstelle liegen, nicht zu vermeiden. So sehen wir zum Beispiel bei der „vorübergehenden“ Epilation des Bartes (bei Bartflechte) fast stets eine gleichzeitige Lähmung der Speicheldrüsen des Mundes, die sich durch lästige Trockenheit und das Unvermögen, feste Speisen einzuspeicheln, kundgibt. Dauernde Schädigung durch zu häufige Wiederholung würde unter die Dosierungsfehler (s. nächstes Kapitel) fallen, aber schon die erstmalige Herbeiführung dieses Zustandes kann unerwünscht sein, wenn es sich um Patienten mit gewissen Leiden des Verdauungstraktes handelt. Zumindest muß in allen Fällen durch vorherige Aufklärung über das zu erwartende Phänomen dafür gesorgt werden, daß die Patienten sich nicht unnötig ängstigen und gegebenenfalls in der Art ihrer Kost sich entsprechend einrichten (breiige oder flüssige Nahrung).

Aber auch auf andere Organe muß gelegentlich sehr Rücksicht genommen werden. Da wären vor allem die Augen zu berücksichtigen, ferner die Knochenaufbaustätten, die Knochenkerne, bei jungen Individuen. Es gelingt experimentell, eine Verkümmernng des wachsenden Knochens beim Tier zu erzielen, darum empfiehlt es sich bei Kindern, besonders Säuglingen, Hautgegenden über diesen Stellen nur mit äußerster Vorsicht zu bestrahlen oder sie besser ganz zu vermeiden. Auch die Einwirkung auf die Organe der großen Körperhöhlen ist bei manchen sicher nicht gleichgültig. So ist zum Beispiel bei Bestrahlungen des Kopfes u. U. mit dem Auftreten von Kopfschmerzen zu rechnen und bei nervösen Patienten hierauf Rücksicht zu nehmen; bei kleinen Kindern sah ich sogar krampfartige Zustände vereinzelt auftreten, die zu äußerster Vorsicht mahnen. Ganz besonders vorsichtig sei man überhaupt bei Bestrahlungen der Gegend der Medulla oblongata. Wenn auch das Gehirn und Nervengewebe an sich, entsprechend ihrer biologischen Beschaffenheit, nicht als besonders strahlenempfindlich anzusehen ist, so könnten doch indirekt durch Beeinflussung der sehr strahlenempfindlichen Kapillaren unerwünschte Wirkungen ausgelöst werden.

Während die Organe der Brusthöhle beim Erwachsenen im allgemeinen kaum besonders bei Hautbestrahlungen berücksichtigt zu werden brauchen, so wird es sich beim Säugling und Kleinkind empfehlen, Thyreoidea- und vor allem Thymusgegend zu schonen. Wir sind zwar über etwaige Schädigungen dieser Organe beim Menschen durch Strahlen noch nicht genauer orientiert, immerhin liegt sie nicht außer dem Bereich des Möglichen. Sicher gestellt ist diese hingegen bezüglich der Milz und des Knochenmarkes, also der blutbereitenden Organe. Bestrahlungen der Milzgegend sind daher möglichst zu vermeiden. Bezüglich des Knochenmarkes braucht man beim Erwachsenen, vernünftige Dosierung vorausgesetzt, nicht ängstlich zu sein, die geschützte Lage im Knochen macht dies ja ohne weiteres verständlich. Noch zu erwähnen sind die Keimdrüsen. Von diesen letzteren wird die

weibliche (Eierstöcke) besondere Berücksichtigung kaum verlangen, da sie bei Hautbestrahlungen im allgemeinen wohl durch ihre tiefe Lage hinreichend geschützt ist; sehr häufig dagegen ist die Bestrahlung der männlichen Genitalgegend (z. B. bei Skrotalekzem). Hier ist zu sagen, daß dauernde Azoospermie und damit Sterilität nur bei sehr intensiver bzw. häufig wiederholter Bestrahlung zu befürchten ist. Man kann die gerade in diesem Punkt oft recht ängstlichen und gegen eine Bestrahlung voreingenommenen Patienten mit gutem Gewissen beruhigen, sofern man die Dosierung beherrscht.

Und endlich sind es nicht nur einzelne Organe, sondern auch der ganze Organismus eines Patienten, der bei Bestrahlungen berücksichtigt werden sollte. Über die als Röntgenkater ganz treffend bezeichneten Nebenwirkungen wird in einem anderen Zusammenhange noch zu sprechen sein, an dieser Stelle sei lediglich darauf verwiesen, daß sehr nervöse Patienten, zuweilen auch ältere Leute, schon wenig umfangreiche Bestrahlungen nicht gut vertragen. Es sind das wohl meist psychisch bedingte Auswirkungen, insbesondere Furcht vor der unheimlichen Röhre oder den Begleiterscheinungen (Knattern der Röhre, Funkenbildung an den Zuleitungsdrähten), die hier mitwirken. Viel seltener bildet die allgemeine physische Disposition eine Gegenanzeige; immerhin kann auch diese zuweilen in Frage kommen; sehr dekrepide Patienten, namentlich bei ihnen unbequemer Lagerung (s. auch unten), werden oft recht angegriffen, und wenn nicht sehr dringende Gründe für die Bestrahlung sprechen, sollte sie in solchen Fällen nicht erzwungen werden.

Wir wenden uns nach diesen Vorbemerkungen aus dem Gebiet allgemeiner Gegenanzeigen nun zu den speziellen:

Verhältnismäßig einfach liegen die Verhältnisse, wenn es sich um die therapeutische Beeinflussung von Haut handelt, die an sich gesund oder, wenigstens in strahlenbiologischer Hinsicht, nicht als verändert zu betrachten ist. Dies ist zunächst der Fall bei dem als Hypertrichosis bezeichneten Zustande, und kommt besonders im Gesicht (Damenbart) in Frage, wo also durch besondere Erbanlage (Keimfaktoren) in an sich normaler Haut ein Zuviel an Haaranlage — an sich ebenfalls „normaler“, d. h. nicht krankhaft gesteigerter Art — vorhanden ist. Die dauernde Haarentfernung als therapeutisches Vorgehen beruht darauf, daß die Zellen der Haarpapillen so stark geschädigt werden, daß sie zur Haar Neubildung unfähig werden. Die hierfür erforderliche Strahlenmenge überschreitet aber meist schon die für die übrigen Zellen, besonders die empfindlicheren, erträgliche Dosis, wie wir im nächsten Kapitel noch darlegen werden, oder hält sich jedenfalls nahe an der Grenze (s. unten). Hier genüge es auf diese Tatsache zu verweisen und die Gefahr der Schädigung der umgebenden Haut hervorzuheben. Diese meist als sog. Spätschädigung auftretende Veränderung muß aber unter allen Umständen vermieden werden, besonders an kosmetisch wichtigen, also offen getragenen Stellen (Gesicht, Handrücken, Halsausschnitt). Es ist daher vor der dauernden Radioepilation im allgemeinen dringend zu warnen. Anders liegt der Fall hingegen bei den zeitweiligen Epilationen, von denen wir bei gewissen Pilzkrankungen des behaarten Kopfes und der Bartgegend mit bestem Erfolg Gebrauch machen: Mikrosporie der Kinder; Trichophytia barbae s. capitis (sog. Bartflechte bzw. Kerion Celsi). Hier handelt es sich darum, Strahlenquantitäten zu verabfolgen, die lediglich die Haarpapille vorübergehend lähmen; von

diesen Dosen ist erfahrungsgemäß eine Schädigung der übrigen Zellen der betreffenden Hautstelle nicht zu erwarten, darum bestehen prinzipielle Gegenanzeigen gegen dieses Vorgehen nicht. Eine Wirkung auf die Pilze kommt, wie wir oben schon sahen, hierbei nicht in Frage, erstrebt wird lediglich die Entfernung der pilzkranken Haare, mit deren Ausfallen die Pilze von der Haut größtenteils entfernt und die leeren Follikel gegen das Eindringen neuer Pilzelemente wahrscheinlich geschlossen werden. Als „Nebenwirkung“ kommt bei den tiefen Trichophytien wohl sicher noch eine solche auf die „entzündlich-proliferativen“ Prozesse in der Kutis in Betracht. Genauer ist uns bis jetzt hierüber nicht bekannt.

In ähnlicher Weise wie die Haarpapille gelingt es auch die Talg- und Schweißdrüsen vorübergehend oder dauernd zu lähmen, ohne die übrige Haut wesentlich zu schädigen. Wir machen hiervon bezüglich der ersteren bei der Behandlung seborrhoischer (richtiger hypersteatotischer) Zustände, insbesondere bei Komedonen und Akne Gebrauch. Fehler sind hier meist auf dosimetrischem Gebiete zu erwarten; wichtig zu wissen ist allerdings, daß es Formen von Akne gibt, bei denen die vermehrte Talgabscheidung nebensächlich, der wesentlichste Faktor für die Entstehung vielmehr in der Zuführung gewisser chemischer Substanzen, namentlich der Halogene (Jod, Brom, Chlor), zur Haut besteht. In solchen Fällen wird meist auf andere Weise Abhilfe geschaffen werden können, Bestrahlungsbehandlung erscheint zum mindesten unnötig. Es gibt ferner akneartige Formen der Hauttuberkulose, die sog. papulonekrotischen Tuberkulide, die besonders gern an den Streckseiten der Gliedmaßen lokalisiert sind. Diese Affektionen heilen unter Höhensonne- und Ernährungstherapie meist rasch ab, auch hier ist Röntgenbestrahlung im allgemeinen überflüssig. Anders dagegen der akneiforme Lupus, bei ihm ist die Röntgenbestrahlung durchaus am Platze. Daß man akneiforme Syphilide nicht bestrahlt, sondern anderweitig rasch beseitigen kann, sollte eigentlich selbstverständlich sein, geschieht aber — aus Unkenntnis über die wahre Natur der Erkrankung — doch zuweilen, wie uns erst kürzlich wieder ein Fall lehrte.

Die Beseitigung der Schweißsekretion wird meist bei Hand- und Fußschweiß sowie bei Damen bezüglich des Achselweißes, ferner bei Neigung zu Schweißdrüsenabszessen, zuweilen auch in der Anal- und Genitalgegend zur Verhütung von Intertrigo in Frage kommen. Gegenanzeigen bestehen im allgemeinen kaum. Zuweilen muß man die Patienten darüber beruhigen, daß infolge des Aufhörens der Schweißabsonderung der „Krankheitsstoff“ nicht „nach innen“ tritt. Für eine schädigende Wirkung auf den Organismus liegen bis jetzt durchaus keine Anhaltspunkte vor, da es sich ja nur um das Versiegen der Schweißabsonderung an den bestrahlten Stellen, nicht am gesamten Körper handelt.

In ähnlicher Weise wie bei den Hypertrichosen handelt es sich bei gewissen Hyperkeratosen um, strahlenbiologisch aufgefaßt, an sich normale Zellen, und zwar bei allen denjenigen Formen, welche hereditär (congenital) bedingt sind. Hierher gehören die als Ichthyosis bekannten Affektionen der Haut, von denen herkömmlich drei verschiedene Formen (congenita, universalis und hystrix) unterschieden werden. Sie eignen sich sämtlich nicht für Strahlenbehandlung, vermutlich weil die Zellen der Epidermis hier sich nicht in einem

krankhaft gesteigerten „Verhornungstrieb“ befinden, sondern ein durch fehlerhafte Erbanlage bedingter Verhornungsprozeß statthat, der mit keiner wesentlichen — den Zellen der Epidermis innewohnenden — Steigerung der Proliferationsfähigkeit verbunden ist. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei dem ebenfalls hereditär bedingten, an Handtellern und Fußsohlen zuweilen vorkommenden *Keratoma hereditarium palmare s. plantare*. Auch hier wird Röntgenbestrahlung höchstens vorübergehend nützen, eine dauernde Beeinflussung der Epidermiszellen aber muß von vornherein für ausgeschlossen gelten, da eben die Verhornungsneigung — so abnorm sie an sich ist — für das betreffende Individuum einen „Normalzustand“ darstellt. Alle sonstigen Formen von Hyperkeratosen, soweit sie durch von außen angreifende mechanische Reize (Druck, Reibung) bedingt sind, wie Schwielenbildung (*Tylositas*) an Hand und Fuß, Hühnerauge (*Clavus*), sind sehr dankbare Bestrahlungsobjekte; nicht dagegen Hyperkeratosen, die durch Medikamente (Arsen) oder Syphilis hervorgerufen sind, sie können durch anderweite Maßnahmen meist rascher und besser beseitigt werden. Die oft sehr hartnäckigen Arsenhyperkeratosen können allerdings eventuell zu Bestrahlung zwingen. Bei allen anderen Hyperkeratosen (bei Ekzem, Psoriasis, *Pityriasis rubra pilaris*, Lichen planus et acuminatus, Gonorrhöe [sehr selten]) ist ein Versuch mit Strahlenbehandlung durchaus am Platze, auf Versager muß man bei einigen dieser Formen jedoch gefaßt sein, namentlich soweit die drei letztgenannten in Frage kommen.

Sehr nahe stehen diesen Affektionen gewisse mit Wucherung des Papillarkörpers einhergehende, bei denen ein bisher noch unbekanntes infektiöses Virus als bedingendes Moment von Bedeutung ist, das sind die Warzen (*Verruca plana und vulgaris*) und die spitzen Kondylome (*Condylomata acuminata*). Hier ist die Anzeige zur Bestrahlung insofern eine bedingte, als Sitz, Ausdehnung und gewisse weitere Momente dagegen sprechen können, zumal auch andere wirksame Behandlungsmethoden vorhanden sind. Die Entscheidung hat hier der Dermatologe zu fällen. Das ebenfalls zu dieser Gruppe gehörige *Molluscum contagiosum* würde ich keinesfalls bestrahlen, da eine Entfernung, selbst in sehr ausgedehnten Fällen, auf andere Weise sehr rasch gelingt.

Wenden wir uns nunmehr den echten Geschwulstbildungen der Haut zu, so ist als Grundsatz aufzustellen, daß im allgemeinen die (nach Borst) als homöotypisch zu bezeichnenden, das sind die gutartigen, keine besonders günstigen Bestrahlungsobjekte sind. Hierher gehören Lipome, Fibrome, Neurofibromatose (Recklinghausensche Krankheit), Myome, Leiomyome, Myxome, Kavernome, Lymphangiome, Adenome (Spieglerische Tumoren und andere), Atherome, Miliom, auch Xanthome und Keloide mögen hier angereiht sein. Die Erfahrung lehrt, daß diese Affektionen um so weniger strahlenempfindlich sind, je länger sie bestehen, je weniger Neigung zum Fortwuchern, zum weiteren Wachstum sie zeigen, während sie im Beginn ihrer Entwicklung oft nicht ungünstig auf Bestrahlung reagieren. Im Hinblick auf das Bergonié-Tribondeausche Gesetz ist uns dieses Verhalten durchaus verständlich und wir ziehen daraus die praktische Nutzenanwendung. Da es klinisch nicht immer möglich ist zu entscheiden, wann die Proliferationsfähigkeit — und damit die erhöhte Radiosensibilität —

erloschen ist, wird sich im Einzelfalle eine probeweise Bestrahlung, etwa an einer umschriebenen Stelle, und Beobachtung des erzielten Effektes empfehlen. So sahen wir bei frisch entstandenen Keloiden, bei spät sich entwickelnder Recklinghausenscher Erkrankung und anderem recht günstige Erfolge.

Ganz ähnlich verhalten sich die dieser Gruppe eng verwandten Hautmäler, die Naevi pigmentosi s. pilosi, die Angiome usw. Auch hier kann im Einzelfall, namentlich bei sich entwickelnden Formen, Röntgenbestrahlung versuchsweise angewandt werden, im allgemeinen muß jedoch abgeraten werden. Ganz besonders gilt dies von den sog. blauen Nävi, sog. Chromatophorome oder Melanome, die sich unter dem Einfluß äußerer Noxen nicht selten zu Melanosarkomen entwickeln. Hier kann Bestrahlung u. U. zum „Wildwerden“, d. h. zu infiltrierendem Wachstum, Metastasierung und damit indirekt zum Tode führen!

Diese Affektion leitet uns nun schon zu den heterotypischen, das sind bösartige Geschwülste, über. Sie sind sämtlich an sich hochstrahlenempfindlich, da ja ihre Zellen, seien sie ektodermalem Ursprungs wie die Karzinome oder mesodermalen wie die Sarkome, metastatische maligne Lymphome und leukämische und aleukämische (Hodgkin) Tumoren, besonders proliferationsfähig und somit auch hochradiosensibel sind. Zu beachten ist allerdings, daß auch hier quantitative Unterschiede in der Strahlenempfindlichkeit vorhanden sind, die teilweise mit dem „Charakter“, d. h. den allgemeinen biologischen Eigenschaften dieser Zellen, eng verknüpft, teils noch unbekannt sind. Versucht man eine Stufenfolge nach dem Charakter aufzustellen, so wären an die Spitze als hochempfindlich die leukämischen usw. Tumoren zu setzen, es folgen dann die Sarkome, dann die Karzinome, und zwar zunächst die sog. basozellulären, dann die gemischtzelligen und zuletzt die Plattenepithelkrebse (fälschlich Kankroide genannt), die zuweilen völlig strahlenrefraktär, soweit namentlich Röntgenstrahlen in Betracht kommen, sich verhalten. Bestehen sonach grundsätzliche Gegenanzeigen gegen Röntgenstrahlen nicht, so können doch im Einzelfalle Einwände dagegen in Betracht kommen. Wie ich an anderer Stelle (Strahlentherapie 15) auseinandergesetzt habe, kann, besonders gilt das für Karzinome, als Methode der Wahl die operative Entfernung zweckmäßiger sein, auch sollte nicht außer acht gelassen werden, daß diese Tumoren manchmal auf Radiumbestrahlung besser ansprechen als auf Röntgenstrahlen. Über die Gründe dieses Verhaltens sind wir noch nicht völlig im klaren; probeweise Anwendung der Röntgenstrahlen wird mangels sonstiger Anhaltspunkte durchaus am Platze sein. Aber falsch wäre es, diese zu wiederholen, wenn sich — richtige Dosierung vorausgesetzt — nach Ablauf der Latenzzeit keine deutliche Einwirkung erkennen läßt.

Wir wenden uns nunmehr den Erkrankungen zu, die man bisher gern als „entzündliche“ bezeichnet hat. Obwohl ich in dieser Hinsicht eine andere Einteilung und Benennung aufgestellt habe (s. Arch. f. Derm. u. Syph. 138), will ich mich hier an das bisher Übliche halten. Allgemein läßt sich sagen, daß akut entzündete Haut nicht mit Röntgenstrahlen behandelt werden darf, die Gründe wurden oben auseinandergesetzt. Ganz gleich, ob diese Entzündung veranlaßt ist durch exogene Noxen (chemischer, physikalischer oder bakterieller usw. Natur) oder durch endogene Momente (Diathesen). Als einzige

Ausnahme sei erwähnt, daß neuerdings auf Empfehlung E. Hoffmanns Furunkel mit gutem Erfolge bestrahlt werden, doch wird diese Behandlungsart angesichts anderer sehr brauchbarer Methoden wohl nur für gewisse, besonders schwere Einzelfälle (Nasen-, Lippenfurunkel) reserviert bleiben. Auch für sog. Schweißdrüsenabszesse, wie sie in der Achselhöhle oder in der Genital- und Analgegend vorkommen, kann Röntgenbestrahlung in gleicher Weise angezeigt sein. Welche biologischen Vorgänge hierbei anzunehmen sind, ist noch ganz ungeklärt.

Aber von diesen Ausnahmefällen, die zudem nur relativ kleine Hautgebiete betreffen, abgesehen, ist die entzündete Haut für Röntgenstrahlen ein *noli me tangere*. Ganz anders liegen die Verhältnisse dagegen bei allen „chronisch entzündlichen“ Affektionen, welcher Entstehung sie auch seien, und mögen sie mit Infiltration, Bläschen- oder Schuppenbildung (Parakeratose) einhergehen. Hier kann durchweg die Anwendung von Röntgenstrahlen empfohlen werden, ja oft als Methode der Wahl bezeichnet werden. Selbstverständlich reagieren nicht alle derartigen Prozesse gleichartig und gleichmäßig auf Röntgenbestrahlung. Es würde aber zu weit führen, hier auf Einzelheiten einzugehen, die beigefügte Tabelle gibt im Zweifelsfalle hinreichend Auskunft, wo Bestrahlung angezeigt ist oder nicht. Nur bezüglich der verschiedenen Formen der Hauttuberkulose sei noch erwähnt, daß die sog. exanthematischen Formen sich im allgemeinen nicht zur Röntgenbehandlung eignen, namentlich wenn sie universell auftreten, da sie entweder durch andere Behandlungsmethoden leichter beseitigt werden können (Lichen scrophulosorum, papulonekrotische Tuberkulide) oder da, wie bei der seltenen Miliartuberkulose der Haut, eine Behandlung angesichts der schweren Allgemeininfektion zwecklos ist,

Bei sog. Lupus erythematodes, dessen tuberkulöse Ätiologie noch sehr bestritten ist, kann in gewissen Fällen Röntgenbestrahlung angezeigt sein, in der Regel kommt man aber mit andern Behandlungsmethoden besser und schneller zum Ziel.

Ein Gebiet für sich sind, vom strahlentherapeutischen Standpunkte aus gesehen, alle die Leiden der Haut, wo Störungen der Blutzirkulation, Stauung (sog. passive Hyperämie) oder Anämie im Vordergrund des betreffenden Krankheitsbildes stehen. Es gehören hierher die „Stauungskatarrhe“ der Haut des Unterschenkels, einschließlich der Unterschenkelgeschwüre. Röntgenbehandlung kann gelegentlich versucht werden, äußerste Vorsicht ist jedoch geboten. Ebenfalls um Stauungshyperämien handelt es sich — neben anderem — bei den Frostbeulen (Perniones), auch hier ist in hartnäckigen Fällen Bestrahlung sehr am Platze. Wie allerdings die Wirkung in diesem und dem vorhergehenden Falle zu denken ist, darüber lassen sich bis jetzt zwar Vermutungen anstellen, Sicheres wissen wir noch nicht darüber. — Ganz zu widerraten ist im Gegensatze hierzu die Strahlenanwendung bei allen lokalen anämischen Prozessen, wie sie bei Sklerodermie, Raynaudscher Erkrankung, auch Acrodermatitis atrophicans, Anektodermie vorliegen. Selbst wenn eine an sich für Bestrahlung geeignete „entzündliche Infiltration“ (in histologischem Sinne) vorhanden ist, so genügt doch die Rücksicht auf die fast sicher zu erwartende Gefäßschädigung, von diesem Vorgehen Abstand zu nehmen.

Bezüglich chronischer Ödeme (besonders Ödema Quinke, ferner sog. Erythema perstans faciei, u. U. Elephantiasis) kann ein Versuch mit Bestrahlung angesichts der sonst fast machtlosen Therapie wohl angezeigt sein; zu große Erwartungen auf dieses — empirische — Vorgehen darf man jedoch nicht setzen.

Ausgezeichnet wirken Röntgenstrahlen bei manchen Fällen von lokalisiertem oder universellem Pruritus; in Betracht kommt namentlich der senile und der „idiopathische“, aber auch bei Formen anderer Ätiologie kann ein Versuch beim Versagen der sonst üblichen Behandlung durchaus angebracht sein.

Damit sei dieser Abschnitt beschlossen, es konnte sich hier nicht darum handeln, möglichst Vollständigkeit anzustreben oder auf Einzelnes zu weit einzugehen, noch auch die selteneren Affektionen in den Kreis der Betrachtungen einzuziehen. Es kam mir vielmehr darauf an, dem Fernerstehenden darzutun, daß die erste Vorbedingung eine exakte Anzeigestellung ist, und für denjenigen, der sich in das Gebiet einarbeitet, sollte versucht werden, an der Hand unserer heutigen, bisher noch recht lückenhaften Kenntnisse der biologischen Strahlenwirkung die großen allgemeinen Gesichtspunkte herauszuarbeiten, nach denen sich die Röntgenstrahlenanwendung zu vollziehen hat, und somit fehlerhafte Anwendung vermieden wird.

Fehler der Dosimetrie.

Auch in diesem Kapitel kann es sich nicht darum handeln, die Wahl der Dosis für jede einzelne Affektion, bei der Bestrahlung angezeigt ist, im einzelnen abzuhandeln bzw. die dadurch bedingten Fehler aufzuzeigen, das würde den zur Verfügung stehenden Raum erheblich überschreiten. Die beigefügte Tabelle gibt überdies hinreichend Anhaltspunkte für eine rationelle Dosierung. Ankommen wird es vielmehr darauf, die allgemeinen Gesichtspunkte darzulegen, auf Grund deren Dosierungsfehler vermieden werden können.

Nach zwei Richtungen können sich diese Fehler bewegen, Es kann einmal die Höhe der Dosis für den zur Beseitigung eines Krankheitszustandes zu erzielenden biologischen Effekt falsch gewählt sein, quantitativer Irrtum; zum andern kann — bei an sich richtig gewählter Dosis, die Strahlenqualität falsch festgesetzt sein, indem das Absorptionsmaximum und damit die optimale Wirkung in einen falschen „Horizont“ der Haut verlegt werden, qualitativer Irrtum. Selbstverständlich hängen beide Probleme sehr eng zusammen, wie sich noch in der Besprechung ergeben wird.

Bevor wir jedoch uns eingehender mit diesen soeben angedeuteten Problemen beschäftigen, ist es notwendig, einer Eigenart der Röntgenwirkung zu gedenken, der größte Wichtigkeit für die Vermeidung von Dosierungsfehlern zukommt. Das ist die sog. Latenz der Wirkung, die bei Nichtbeachtung die Gefahr der „Kumulation“ und damit mehr oder minder schwere Röntgenschädigungen in sich birgt: Wir haben die Tatsache festzustellen, daß die Wirkung der Röntgenstrahlen bei Verwendung therapeutisch üblicher, sog. pharmakologischer Dosen an dem bestrahlten Gewebe äußerlich (makroskopisch) nicht sofort erkennbar wird, daß vielmehr, je nach Höhe der Strahlenempfindlichkeit der betreffenden Stelle, erst nach einer gewissen, mehrere

Tage bis Wochen umfassenden Zeitspanne diese Wirkung erkennbar — manifest — wird. Der Zeitraum, der vom Augenblick der Bestrahlung bis zum Sichtbarwerden der Wirkung verstreicht, das ist die Latenzzeit. Selbstverständlich ist dieser Begriff ein durchaus relativer: die Reaktion auf die einwirkende Strahlung wird in jeder radiosensiblen Zelle vermutlich sofort einsetzen. Aber dieser Vorgang vollzieht sich nun nach meiner Auffassung nicht so, daß diese Reaktion „energetisch“, d. h. nach dem Gesetz von der Erhaltung der Energie (Jul. Rob. Mayer) bedingt ist, sondern sich als Auslösungsvorgang darstellt, wie das Hausser und Vahle bereits für die Wirkung der ultravioletten Strahlen angenommen haben. Je nach der spezifischen Strahlenempfindlichkeit der betreffenden Zellen wird er sich qualitativ und quantitativ, auch hinsichtlich der „Reaktionszeit“, das ist die Latenz, auswirken.¹⁾ Diese „ausgelöste Wirkung“ ist nun mit unseren heutigen optischen usw. Hilfsmitteln erst nach gewisser Zeit erkennbar. Immerhin konnte ich nachweisen, daß schon bald nach der Strahleneinwirkung und lange vor dem Manifestwerden der Strahlenwirkung an den Kernen der höher strahlenempfindlichen Zellen typische Veränderungen bemerkbar werden. Für die therapeutische Dosimetrie ergibt sich aus diesen Feststellungen, daß von jeder, auch der geringsten Bestrahlung ein „Eindruck“ auf alle radiosensiblen Zellen der Haut angenommen werden muß; ob dieser Eindruck zu vorübergehenden oder dauernden Änderungen im Leben bzw. in der Funktion dieser Zelle führt, hängt neben ihrer spezifischen Strahlenempfindlichkeit von der Höhe der Dosis ab. Und es ist nun ohne weiteres verständlich, daß wir, sofern innerhalb eines bestimmten Zeitraumes mehrere Bestrahlungen erfolgen, unter dieser Höhe der Dosis nicht die jeweilige einmalige Strahleneinwirkung verstehen dürfen, sondern die Gesamtdosis, d. h. die Summe dieser Dosen. Hierbei ist aber zu beachten, daß mehrere, in gewissen Zeitabständen verabfolgte Dosen sich in ihrer Wirkung nicht einfach summieren, daß also, um ein praktisches Beispiel zu gebrauchen, der biologische Effekt von 3 mal 3 X in 10 tägigen Abständen nicht derselbe ist, als wenn auf einmal 9 X verabreicht werden, sondern erheblich geringer. Es ist daraus zu schließen, daß in der Zeit zwischen den einzelnen Bestrahlungen eine gewisse „Erholung“ der Zellen erfolgt, namentlich werden alle die Zellen, deren Strahlenempfindlichkeit nicht besonders hoch ist gegenüber den hochempfindlichen oder denen, deren Empfindlichkeit krankhaft gesteigert ist, in der Lage sein, zu einem gewissen Normalzustand zurückzukehren; praktisch gesprochen: sie werden geschont. Auf diesem Prinzip der Schonung beruht ein wesentlicher Teil der angewandten Dosimetrie, und nur so ist der Ausdruck „elektive Strahlenwirkung“ zu verstehen (s. oben).

Wenden wir uns nun dem Dosierungsproblem selbst zu, so ist hier für den biologisch denkenden Therapeuten die gegebene Basis das Arndt-Schultz'sche Grundgesetz, das als bekannt vorausgesetzt werden darf. Man muß allerdings offen zugeben, daß bis jetzt noch nicht volle Klarheit über die Wirkung der Röntgenstrahlen erlangt ist und nicht nur ihre Anwendung, wie oben gezeigt wurde, sondern auch die Dosierung vielfach rein empi-

¹⁾ Auch die Höhe der Einzeldosis hat gewissen Einfluß, der bei gleicher Sensibilität im umgekehrten Verhältnis zur Latenzzeit etwa steht. Um die Betrachtung nicht zu sehr zu komplizieren, soll hier nicht näher darauf eingegangen werden.

risch festgelegt ist. Am eindeutigsten liegen die Verhältnisse noch bei der durch relativ hohe Dosen verursachten Abtötung von Zellen. Wir machen von ihr Gebrauch bei der Behandlung von gutartigen und bösartigen Neubildungen der Haut sowie bei der Dauerepilation. Bezüglich der letzteren war oben schon darauf hingewiesen, daß die die Haarpapille abtötenden Dosen so hoch sind, daß eine gleichzeitige Schädigung der normalen Zellen der Umgebung nicht leicht vermieden wird. Das heißt also, die Dosis toxica für die Haarpapille und die Dosis tolerata für die Mehrzahl der umgebenden Zellen liegen so nahe beieinander, daß diese letztere unter Umständen auch für diese Zellen toxisch wirkt und damit zu Röntgenschädigungen führt. Unter solchen ist an der Haut nicht nur Erythem- oder Geschwürsbildung zu verstehen, sondern auch alle die Veränderungen, die herkömmlich als Röntgenhaut bezeichnet werden. Wir verstehen darunter Teleangiektasien, Pigmentverschiebungen, Atrophie, abnorme Schuppenbildung oder verruköse Wucherungsvorgänge. Sie treten — infolge der Latenz — meist als Spätschädigungen auf. Der Begriff der Schädigung ist allerdings bei diesen letztgenannten Folgen nur ein relativer, da er nur dort als solcher aufgefaßt werden kann, wo das Aussehen der Haut in kosmetischer Hinsicht in Frage kommt (Gesicht, Halsausschnitt, Hände).

Unsere obige Warnung sei hier nochmals nachdrücklich wiederholt, zumal wir durchaus nicht auf die Bestrahlung allein und ausschließlich angewiesen sind. Die in der Tabelle am Schluß aufgeführten Dosen gelten nur mit den sich hieraus ergebenden Einschränkungen.

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei den gutartigen Neubildungen, bei denen die Sensibilitätsverhältnisse der in Betracht kommenden Zellen oft sogar die Anwendung noch höherer Dosen verlangen und damit die Gefahr für die Umgebung noch mehr steigern, als dies bei der Hypertrichosis der Fall ist. Anders dagegen bei bösartigen Tumoren, hier kommt, wenn sie überhaupt sich für Bestrahlung eignen, eine kosmetische Rücksicht oft überhaupt nicht, mindestens erst in zweiter Linie in Betracht. Aber — hier beginnt sich das Problem der Dosierung schon zu komplizieren — dafür tritt die Rücksicht auf das „Geschwulstbett“ ein. Wie ich an anderer Stelle (Strahlenther. 15) näher ausgeführt habe, kommen der — als Geschwulstbett bezeichneten — näheren und weiteren Umgebung eines Tumors zweifellos wichtige biologische Funktionen zu, weitgehende oder bestmögliche Schonung aller dieser Zellen ist darum eine unbedingte Forderung. Diese zu vereinigen mit einer auf die Tumorzellen hinreichend abtötend wirkenden Dosis, ist durchaus nicht leicht. „Erholungsintervalle“ sind hier oft nicht zu umgehen; feste Regeln für diese lassen sich aber heute noch kaum geben, die Erfahrung des einzelnen ist das Wesentlichste. Bezüglich der von uns bevorzugten Dosen sei auf die Tabelle verwiesen. Wir lehnen die von manchen propagierten „massiven“ Dosen als Normalbehandlung aus den angeführten Gründen entschieden ab und lassen sie nur für Ausnahmefälle zu, bezüglich deren auf meine oben angeführte Arbeit verwiesen werden muß.

Nur das eine sei hier noch hervorgehoben, ob es sich bei unseren Tumordosen wirklich um direkt abtötende handelt oder ob diese direkt die Geschwulstzellen nur lähmen und dann indirekt durch das Geschwulstbett deren Beseitigung vor sich geht; das läßt sich jedenfalls nicht für alle Fälle mit Sicher-

heit sagen. Die Unterschiede in der Radiosensibilität selbst histologisch gleichartiger Tumoren sind zu groß. Darum mögen oft beide Arten von Vorgängen nebeneinander hergehen.

Diese Gruppe bildet in gewissem Sinne schon einen Übergang zu den Fällen, wo wir lähmende Dosen verwenden. Auch hier liegen wieder die Verhältnisse am klarsten bei den Einwirkungen auf die Haarpapille. Wir benötigen bei einer Reihe von infektiösen Haut- bzw. Haarerkrankungen eine vorübergehende Entfernung des Haares mit der Wurzel: Mikrosporie der Kinder, Trichophytien behaarter Körperstellen und der Eiterkokkenerkrankungen der Haarbälge (sog. Sykosis non parasitaria, richtiger Folliculitis staphylogenes superficialis s. profunda). Vielfältige Erfahrung hat uns die richtigen Dosen kennen gelehrt (s. Tabelle), bei denen Schädigungen mit fast absoluter Sicherheit vermieden werden, sofern nur das beachtet wird, was wir oben allgemein über die Bedeutung der akuten Entzündung ausgeführt haben, d. h. beim Vorliegen solcher entsprechende Minderung der Normaldosen!

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Einwirkung auf die Talgdrüsen, die wir als Methode der Wahl fast ausschließlich bei Akne anwenden und die ausgezeichnete Resultate ergibt. In Rücksicht auf die fast stets vorhandenen, meist nicht hochgradigen und sehr umschriebenen akuten Entzündungserscheinungen empfiehlt sich allerdings die Anwendung in dosi refracta (s. Tabelle). Die Erfahrung hat gezeigt, daß bei Anwendung mehrerer Serien von Bestrahlungen (drei in 10tägigen Abständen bilden eine Serie) nicht nur vorübergehende, sondern auch Dauerwirkungen auf das Talgdrüsenepithel erzielt wird. Es kann an diesem Orte nicht näher auf die Frage eingegangen werden, ob es sich hierbei um ein allmählich eintretendes Absterben dieser Zellen oder nur um eine Herabsetzung ihrer Funktion handelt.

Wir betonten oben schon, daß uns der Einblick in die feineren Vorgänge der Strahlenwirkung vielfach noch ganz verschlossen ist, das gilt wie für die eben erwähnte Reaktion in vielleicht noch höherem Maße für eine große Reihe von Affektionen, bei denen wir empirisch die nützlichste Dosis gefunden haben, aber über die tatsächlich ausgelösten Vorgänge nur ganz mangelhafte Kenntnisse oder nur Vermutungen haben. Ich vermag jedenfalls eine biologische Begründung für unsere in der anhängenden Tabelle aufgeführten Normaldosen bei Lupus, Ekzem, Psoriasis, Lichen ruber, Prurigo, um nur einige zu nennen, nicht zu geben. Es mögen wohl komplexe Vorgänge sein, die durch unsere Röntgendosen ausgelöst werden, lähmende und reizende Effekte werden nebeneinander parallel gehen, die Unterschiede in der Strahlenempfindlichkeit der pathologischen und normalen Zellelemente werden dabei vermutlich ausgenutzt.

Nur über die Reizwirkung, die nach dem Arndt-Schulz'schen Grundgesetz durch kleinste Dosen hervorgerufen wird, seien einige Bemerkungen angefügt. Diese Wirkung ist denkbar nach zwei Richtungen, als formativer und als funktioneller Reiz. Ob die Röntgenstrahlen imstande sind, diesen ersteren direkt auszulösen, d. h. das Wachstumsvermögen der Zelle, einen bestimmten Teilungsapparat (Rösle) als Hauptangriffspunkt etwa angenommen, direkt beeinflussen können, ist bis heute nicht bewiesen und wird von vielen (Borst u. a.) abgelehnt. Die von Schwarz, Stoklasa, Rost u. a. experimentell

erhobenen Befunde werden als indirekte, auf dem Umwege über eine starke funktionelle Reizung entstandene erklärt. Es lag nahe, diese Wirkung therapeutisch auszunutzen für solche Affektionen der Haut, wo vermehrte Neubildung gewisser Zellen erwünscht ist. Das gegebene Objekt ist das Haar. Bei Alopecia areata, praematura und seborrhoica sind von Thedering, Bloch u. a. günstige Wirkungen kleinster Dosen beobachtet worden. Allgemeine Einführung haben die von diesen Autoren beschriebenen Methoden bisher nicht gefunden. Ich habe mich bisher auch nicht sicher von der angeblichen Wirkung überzeugen können, so auffällig und regelmäßig eintretend, wie durch ultraviolette Strahlung erzeugte, scheint sie mir keinesfalls zu sein. Die sehr naheliegende Gefahr der Schädigung (Verhältnis von Dosis curativa zu Dosis toxica) kommt noch hinzu. Näheres bezüglich der evtl. versuchsweise anzuwendenden Dosen s. Tabelle. Auch bei Defekten der Haut, namentlich geschwürriger Art (Unterschenkel-, Röntgengeschwür usw.) lag es nahe, Reizdosen zu verabfolgen, und ist von uns und anderen vielfach versucht worden. Zuweilen hat man unbedingt den Eindruck eines Erfolges, in anderen Fällen wieder nicht. Bezüglich der biologischen Wirkung ist in beiden angeführten Fällen zuzugeben, daß sie auch auf indirektem Wege erzeugt sein kann, wenn man sich daran erinnert, daß Röntgenstrahlen schon in verhältnismäßig geringer Dosis Hyperämie der Haut erzeugen (vgl. Primärerthem). Es wäre daher wohl denkbar, daß es sich um eine Erhöhung der Assimilationsprozesse durch vermehrten Blutzufluß handelt. In der Lupustherapie habe ich an einer großen Serie von Fällen von Reizdosen keinerlei Erfolg gesehen. Obwohl hier, ausgehend von der histologisch zu beobachtenden Neubildung von Bindegewebe um die Einzelherde, eine Reizwirkung auf die Fibroblasten anzunehmen sehr nahe lag.

Nicht streng hierher gehörig, aber doch erwähnt sei eine — in ganz anderer Weise vor sich gehende — indirekte Reizwirkung der Röntgenstrahlen, die verhältnismäßig neu ist. Ich meine die von Brock, Kiel, vorgeschlagene Reizbestrahlung der Thymus bei Psoriasis (Dosis s. Tabelle). Abschließendes läßt sich heute über die Wirksamkeit dieser Methode noch nicht sagen. Ich habe bisher eindeutige Erfolge nicht gesehen. Ein Versuch ist in geeigneten Fällen immerhin gestattet.

Wie bereits eingangs dieses Kapitels erwähnt, bestehen sehr enge Beziehungen zwischen der Quantität und der Qualität der einfallenden Strahlung. Eine eingehende Darstellung dieser Verhältnisse würde den zur Verfügung stehenden Raum überschreiten, auch ist schon von anderer Seite das Nötige darüber gesagt, wir können uns daher kurz fassen:

Die Behandlung von Hautaffektionen erfordert, daß das Maximum der einfallenden Strahlen dort zur Absorption kommt, wo der Erfolg beabsichtigt ist. Je nachdem nun die krankhaften Prozesse in den einzelnen Hauthorizonten¹⁾ gelagert sind, wird es erforderlich, mehr oder weniger penetrierende Strahlung zu verwenden, d. h. also gefilterte oder ungefilterte.

¹⁾ Ich vermeide den Ausdruck „Schicht“, da die anatomischen Schichten der Haut an ihren Grenzen nicht genau horizontal verlaufen (vgl. Epidermis-Kutisgrenze); eine durch die Papillarschicht gelegte Ebene schneidet zugleich die Reteleisten der Epidermis! Ähnlich liegen die Verhältnisse an der Kutis-Subkutisgrenze.

(Vgl. Abb. 1). Welche Qualität bei den einzelnen Hautaffektionen sich als zweckmäßig ergeben hat, wolle ebenfalls aus der Tabelle entnommen werden. Eine Begründung dafür erübrigt sich hier.

Die Frage, ob den sog. harten Strahlen ein höherer biologischer Effekt — Absorption gleicher Mengen vorausgesetzt — zukommt wie den sog. weichen, lassen wir ganz beiseite, da eine volle Einigkeit noch nicht erzielt ist. Praktisch zu wissen ist lediglich, daß sehr weiche Strahlen bei dermatologischen Affektionen von geringem Werte sind, sie werden heute wohl kaum noch verwandt, und auch für Bestrahlungen ohne Filter eine Strahlung möglicher Härte, also entsprechend Benoist-Walter 6 oder höher, bevorzugt. Daß ein Strahlungsgemisch um so „komplexer“ ist, je weniger es gefiltert ist, darf als bekannt vorausgesetzt werden und sollte gerade bei Hautbestrahlungen nicht übersehen werden.

Weiter hier auf die Frage der Qualität und deren Fehler einzugehen, müssen wir uns versagen, es würde zu weit in Einzelfragen der Dermatologie hineinführen und letzten Endes doch nur erkennen lassen, daß die tatsächlichen Verhältnisse uns noch verschleiert sind und die Empirie noch ausschlaggebend mitwirkt.

Fehler der Methodik.

Wir haben uns in den vorausgehenden Kapiteln bemüht, die Grundlagen zu erörtern, welche Anzeigestellung und Dosierung im Hinblick auf das biologische Verhalten gesunder und kranker Haut richtunggebend beeinflussen, und wir haben damit auch eine große Reihe von Fehlerquellen kennengelernt. Im folgenden sollen nun noch kurz die Fehler besprochen werden, die bei der praktischen Ausführung von Hautbestrahlungen in Frage kommen. Wir können uns kurz fassen, insoweit die gleichen Gesichtspunkte und Fehler auch in anderen Abschnitten dieses Buches zur Besprechung gelangten. Allerdings ist zu bemerken, daß die dermatologischen Bestrahlungen vorwiegend Oberflächenbestrahlungen sind. Die sog. Tiefentherapie kommt an sich für uns nicht in Frage, in praxi muß sie aber doch beherrscht werden, denn es gibt eine ganze Reihe Hautaffektionen, die gleichzeitig mit Erkrankungen unter der Haut liegender Organe (Drüsen, Knochen, Sehnenscheiden, Gelenke) einhergehen und deren gleichzeitige Behandlung oft für die Ausheilung der vorliegenden Hautaffektionen von ausschlaggebender Bedeutung ist. Es sei als Beispiel nur auf die Tuberculosis colliquativa (Skrofuloderm), einer recht häufigen Form der Hauttuberkulose, hingewiesen.

Die bei Ausübung der Tiefentherapie zu beachtenden Fehler sind von anderer Seite schon so eingehend besprochen, daß wir uns hier begnügen können, darauf zu verweisen.

Für die Oberflächentherapie sind hingegen in mancher Beziehung die Verhältnisse anders geartet; sie erfordert ihre besonderen Kenntnisse und Erfahrungen.

Eine gefährliche Klippe für den weniger Geübten ist vor allem die Felderwahl. Die Feldgröße bestimmt sich bei Hautaffektionen je nach Ausdehnung, Zahl und Anordnung der Einzelherde auf der einen Seite, auf der anderen nach deren Sitz, d. h. der geometrischen Beschaffenheit der Körperoberfläche.

Dieser Punkt sei zunächst besprochen. Drei verschiedene solcher geometrischen Formen bietet der menschliche Körper an seiner Außenseite: plane, konvexe und konkave Flächen. Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei Bestrahlung konkaver Flächen, wie sie Achselhöhle, auch Hals — Schlüsselbein —, Schulter-

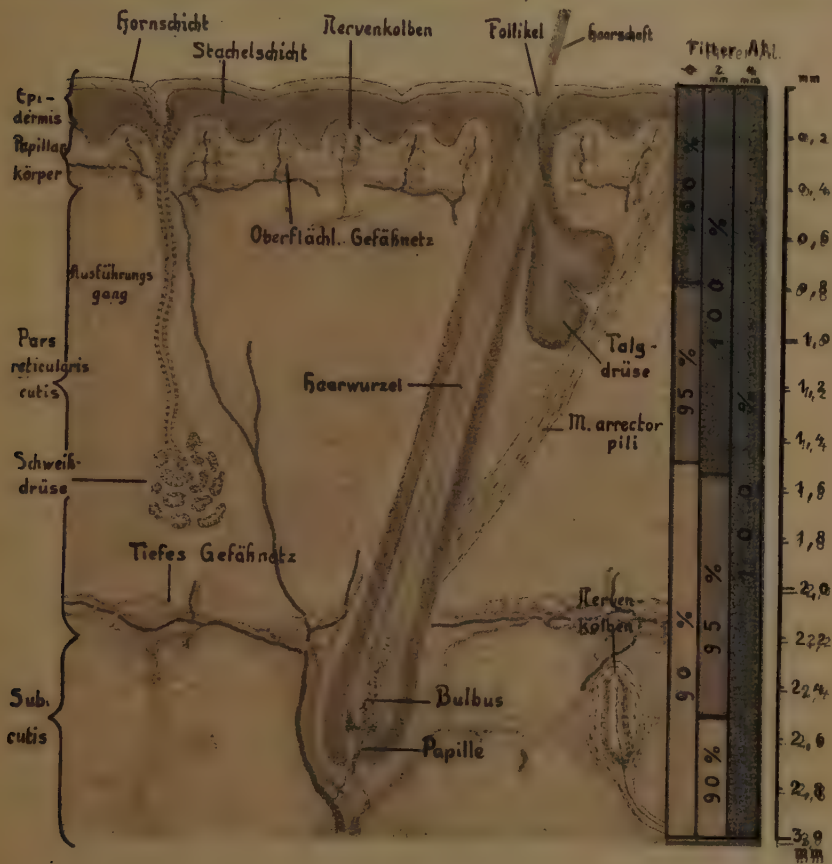


Abb. 1.

Die in den Kolonnen dargestellten Schwärzungsstufen sollen die verschiedene Tiefenwirkung versinnbildlichen, die durch Filterung einer homogenen Röntgenstrahlung von 8 Benoist erzielt wird. Ist in der obersten Schicht die wirksame Dosis gleich 100 gesetzt, so fällt sie in den einzelnen Schwärzungsstufen um je 5%. Aus der Reichweite der 100% Schwärzung läßt sich die zweckmäßige Filterung ergeben, die eine möglichst gleichmäßige Absorption der Röntgenstrahlen für eine bestimmte Schichtdecke der Haut verspricht. Die dargestellten Werte sind unter Benutzung einer Tabelle von Guilleminot berechnet worden und geben, da exakte Messungen der Absorption inhomogener Röntgenstrahlen in den ersten millimeterdünnen Schichten eines Körpers nicht vorliegen, die Verhältnisse wahrscheinlich nur angenähert wieder (die vorstehende Berechnung ist ausgeführt von

Privatdozent Dr. Keller, Assistent der Universitätsklinik Freiburg).

gegen darstellen. Da bei den praktisch in Frage kommenden Einstellungs-entfernungen (Fokushautabstand) die Röntgenstrahlung eine fokale Strahlung, keine parallele ist, wird hier am vollkommensten der Forderung genügt, daß der Einfallswinkel jedes einzelnen Strahls und damit auch die

Intensität, an jedem Punkte der bestrahlten Stelle gleich sei. Fehler sind hier bei exakter Einstellung nicht zu erwarten.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei planen und konvexen Flächen (z. B. Brust, Rücken bzw. Kopf, Gliedmaßen). Hier erhalten die Punkte, die von der Mitte des Strahlenkegels getroffen werden, eine intensivere Bestrahlung als die von dessen Peripherie betroffenen, da ja der Einfallswinkel von der Mitte, wo er 90 Grad beträgt, nach außen hin ständig abnimmt. Selbstverständlich wird eine Änderung des biologischen Effektes erst von einer gewissen Größe des Einfallswinkels ab bemerkbar werden. Holzknecht hat diese durch praktische Versuche bestimmt und gefunden, daß bei Bestrahlung planer Flächen der Durchmesser dieser Flächen nicht mehr als die Hälfte des Fokushautabstandes betragen soll. Kleiner darf dieser Durchmesser selbstverständlich sein, das bestimmt sich nach der Größe der zu behandelnden Einzeleffloreszenz auf der Haut. Ist diese jedoch größer, als dem halben Fokus-hautabstand entspricht, oder liegen mehrere Einzelherde nahe beieinander, die diese Flächenausdehnung zusammen überschreiten, so muß zur Mehrfelder-



Abb. 2.

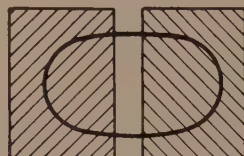


Abb. 3.

Die elliptische Figur deutet einen Krankheitsherd an, die schraffierten Rechtecke Bestrahlungsfelder.

bestrahlung übergegangen werden. Diese kann entweder als sog. Partial- oder als Totalbestrahlung ausgeführt werden.

Bei der Partialbestrahlung wird die zu behandelnde Fläche in mehrere Felder eingeteilt und jeweils nur ein Bestrahlungsfeld exponiert bei Abdeckung der Umgebung. Hier liegt die Gefahr nahe, daß die Grenzen der Abdeckung nicht genau innegehalten werden. Schon kaum bemerkbare Bewegungen des Patienten z. B. können ein Verrücken des Abdeckungsmaterials (Bleigummi) bewirken, ohne daß es vom Arzt sofort bemerkt wird. Die Folge ist, daß sich zwei benachbarte Bestrahlungsfelder überschneiden, daß sie also an der Überschneidungsstelle die doppelte Dosis des Einzelfeldes erhalten oder daß zwischen zwei solchen Feldern ein Streifen überhaupt nicht bestrahlter Haut sich einschiebt (s. Abb. 2 u. 3). Beides gleich unangenehm und oft schwer nachträglich zu korrigieren. Sorgfältige Markierung des Einzelfeldes (Fettstift), genaueste Abdeckung und Überwachung des Patienten während der Bestrahlung sind daher dringend zu empfehlen.

Bei der Totalbestrahlung wird die ganze zu bestrahlende Fläche als ein großes Feld behandelt. Abdeckung von Einzelfeldern innerhalb dieses fällt ganz fort, nur die Außengrenzen werden gegebenenfalls geschützt. Die Fläche selbst wird in mehrere — ideelle — Einzelfelder zerlegt, die so groß gewählt werden, daß durch Überschneidung der Strahlenkegel eine gleichmäßige Beschickung der ganzen Felder mit Strahlen statthat. Nach Holz-

knechts Untersuchungen ist dies der Fall, wenn jedes dieser ideellen Felder einen Durchmesser von der Größe des Fokushautabstandes hat. Es ist also die Entfernung der Mittelpunkte zweier solcher Felder gleich diesem Abstände und sollte genau innegehalten werden. Für die Randpartien der Gesamtfläche ist allerdings zu beachten, daß hier eine gleichmäßige Wirkung nur bis zur Peripherie eines Kreises reicht vom Durchmesser der halben Fokushautdistanz. Dies wird oft übersehen und führt dann zu Unterdosierung.

Für konvexe Flächen kommt ein ähnliches Prinzip zur Anwendung, bezüglich Einzelheiten sei auf die speziellen Lehrbücher verwiesen. Die Technik der Felderwahl und Einstellung ist durch langjährige Übung und Praxis zu erlernen und stellt den Arzt immer wieder vor neue Aufgaben. Sie sollte daher niemals dem Hilfspersonal überlassen werden, sondern stets vom Arzt selbst ausgeführt werden, nur dann, aber auch nur dann werden schwere Schädigungen oder erfolglose Bestrahlungen vermieden.

Auf einige Punkte sei noch kurz verwiesen. Exakte Dosierung ist nur möglich bei exakter Lagerung, d. h. nicht nur die erkrankte Körperstelle, sondern der ganze Patient muß so gelagert sein, daß selbst kleinste Bewegungen des Körpers ausgeschlossen sind. Mit Ausnahme von Handbestrahlungen werden daher grundsätzlich alle Hautbestrahlungen im Liegen vorgenommen. Zu weiteren Ausnahmen (bei Herzfehlerkranken z. B.) entschieße ich mich nur ungern. Bestrahlungen von Säuglingen und Kleinkindern sind aus dem gleichen Grunde oft recht schwierig, wenn es sich um unruhige Kinder handelt. Kann man nicht im (evtl. künstlichen) Schlaf bestrahlen, so unterlasse man sie lieber und wende eine andere Behandlung an.

Bei allen Bestrahlungen kosmetisch wichtiger Stellen (Gesicht, Hals, Nacken, Handrücken usw.) vermeide man scharfe Abdeckungen. Die unvermeidliche Folge ist sonst eine gescheckte Haut wegen der Pigmentierung, die fast bei jedem Patienten auftritt und meist sehr beständig ist. Wir decken in solchen Fällen bei Einzelherdbestrahlung die Umgebung etwa nur die halbe Zeit ab, die übrige nicht, und erzielen so fließende Übergänge vom Bestrahlungsfeld zur Umgebung.

Daß übrigens bei Gesichtsbestrahlungen auf Augenbrauen und Augenwimpern besonders geachtet werden, muß, sei hier nur angedeutet. Dringend zu warnen ist ferner noch vor Anwendung von Röntgenstrahlen nach vorausgegangener Ultraviolett- (Quarzlampen usw.) Bestrahlung, da durch die künstlich erzeugte Hyperämie eine wesentliche, nicht genau bestimmbare Erhöhung der Sensibilität der Haut erzeugt wird. Nichtbeachtung kann schwere Röntgenschädigung auch bei Verwendung sonst richtiger Dosen zur Folge haben.

Zu beachten ist noch, daß bei Bestrahlung größerer Hautflächen in einer Sitzung leicht die Symptome des sog. Röntgenkaters (d. h. Kopfschmerzen, Erbrechen, Übelkeit) auftreten. In neuerer Zeit wird Alkohol- (Weinbrand) gabe dagegen empfohlen. In vielen Fällen genügt es, wenn die in der Einzelsitzung bestrahlten Flächen ein gewisses, allerdings individuell verschiedenes und daher jedesmal zu bestimmendes Maß nicht überschreiten.

Mit diesen kurzen Andeutungen müssen wir uns begnügen; wie schon erwähnt, ist zur Vermeidung von Fehlern praktische Erfahrung unbedingt notwendig, sie kann durch das Studium von einschlägigen Büchern nur un-

vollkommen ersetzt werden. Ausbildung unter Anleitung eines erfahrenen Therapeuten ist das, was als Regel gefordert werden muß. Alles wilde Darauflosbestrahlen, das Grasen in fremden Arbeitsgebieten, die man nicht beherrscht, sollten im Interesse der Kranken wie des ärztlichen Standes unbedingt vermieden werden.

Die folgende Tabelle gibt Anhaltspunkte für Indikation und Dosierung nach den Erfahrungen der Freiburger Hautklinik. Selbstverständlich sind die Dosen nur „Normaldosen“, die einen ungefähren Anhalt geben sollen, sie müssen dem Einzelfalle stets angepaßt werden, und nur mit dieser Einschränkung haben sie Gültigkeit.

Literatur.

Meyer, Hans, in Riecke, Lehrbuch der Haut- usw. Krankheiten.
Cermak in Salzmann, Die Röntgenbehandlung innerer Krankheiten.
Voltz ibidem.
Rost und Keller ibidem.
Thedering. D. m. W. 1923 S. 89.
Wetterer, Handbuch der Röntgen- usw. Therapie.

Tabelle
für Indikation und Dosierung bei Röntgenbestrahlungen.

Krankheit	Einzel-Dosis ¹⁾	Filter ²⁾	Methodik und Bemerkungen
1. Adenoma sebaceum (Typ Pringle u. Balzer)	20 X	2 mm	mehrmalige Wiederholung in Abständen von 8—12 Wochen. Erfolg nicht sicher, Versuch immerhin zu empfehlen.
2. Akne (sebacea s. vulgaris) Auch Akne necroticans	5 X	0,5 mm	Gesicht: 4stellige Totalbestrahlung (Stirn Mitte, beide Wangen, Kinn). Rücken: 3—5stellige Totalbestrahlungen, beide Schulterblätter, Mitte Rücken, beide Lenden (oben). 3 mal in 10 tägigen Abständen. 1. Wiederholung nach 6 Wochen, 2. nach 3 Monaten.
3. Aktinomykose	20 X bis 30 X	2 mm 3 mm	Serie von 2—3 Bestrahlungen, Intervall zwischen 1. und 2. Bestrahlung 4, zwischen 2. und 3. 6 Wochen.
4. Akanthosis nigricans	20 X	2 mm	wie vor. Versuchsweise!
5. Alopecia areata praematura	1—2 X	$\frac{1}{2}$ —2 mm	versuchsweise! Nach Thedering. Bestrahlungen aller 14 Tage 3—5 mal, „bis Haare wieder wachsen“.

¹⁾ 10 X = 1 SN = 1 ED. ²⁾ Wenn nicht anders angegeben, stets Aluminiumfilter.

Krankheit	Einzel-Dosis	Filter	Methodik und Bemerkungen
6. Angiokeratome (Mibelli)	20 X	2 mm	versuchsweise.
7. Angiom (auch Kavernom)	20 X	2 mm	versuchsweise, Wiederholung, evtl. mehrfach, nach 6—8 Wochen.
8. Bowensche Krankheit Bubo s. Prurigo Hebra Kankroid s. Karzinom	30 X	3 mm	versuchsweise.
9. Clavus	25 X	1 mm	scharf abdecken. Wiederholung nach 8 Wochen.
10. Comedonen	20 X	2 mm	wie 2.
11. Condyloma acuminatum	20 X	1 mm	Wiederholung nach 4—6 Wochen.
12. Darriersche Krankheit	20 X	0,5 mm	mehrstellige Totalbestrahlung je nach Ausdehnung. Wiederholung frühestens nach 2 Monaten.
13. Dermatitis herpetiformis Duhring	3 X	—	versuchsweise! Wie Nr. 2.
14. Dermatomykosen			
a) Mikrosporie der Kinder	12 X	0,5 mm	NB. Die angegebenen Dosen sind Mittelwerte, bei stärkeren Entzündungserscheinungen 8 X!
b) Trichophytia capitis	12 X	0,5 mm	5-stellige Totalbestrahlung des Kopfes (Vorder-, Hinterhaupt, Wirbel, beide Schläfen oberhalb des Ohres). Vorsicht bei Entzündungen!
c) Trichophytia barbae superficialis	12 X	0,5 mm	wie vor.
profunda	15 X	1 mm	5stellige Totalbestrahlung (beide Wangen, Kinn, beide Halsseiten).
d) Favus	10 X	0,5 mm	Wiederholung nicht vor 8 Wochen (bei teilweiser Nachbestrahlung, sonst 3 Monate).
15. Ekzem (auch Ekzematoide bei Seborrhoe, exsudativer Diathese usw.)	3 X	—	3 (bis höchstens 4) mal in 10-tägigen Abständen = eine Serie. Wiederholung frühestens nach 2 Monaten gestattet.
bei chronisch-infiltrativen Herden	10 X	0,5 mm	als Einzelbestrahlung für Einzelherde.
16. Elephantiasis	20 X	2 mm	versuchsweise! außer bei Pseudo-elephantiasis (Lipodystrophia paradoxa), hier zwecklos.
Epitheliom s. Karzinom			
17. Erysipel (chron. Form)	5 X	0,5 mm	versuchsweise, 3mal in 10-tägigen Abständen.
18. Erythema perstans faciei	20 X	2 mm	versuchsweise. Wiederholung nach 6 Wochen.
19. Erythrodermia exfoliativa universalis	3 X	—	3—4mal in 10-tägigen Abständen.
20. Fibrom	30 X	3 mm	nur bei sich entwickelnden Tumoren. Wiederholung nach 8 Wochen.

Krankheit	Einzel-Dosis	Filter	Methodik und Bemerkungen
21. Follikulitis			
a) superficialis et profunda barbae s. capillitii	8—10 X	0,5 mm	Partial- oder Totalbestrahlung je nach Ausdehnung. Ziel: Epilation (vorübergehende). Wiederholung spätestens nach 8 Wochen, bei sehr hartnäckigen Formen Dauerepilation 15 X/0,5 m, in 4 Wochen wiederholt, evtl. nochmals (Vorsicht!).
b) suffodiens et abscedens capitis.	5 X	0,5 mm	3—5stellige Totalbestrahlung des Kopfes, je nach Ausdehnung, trotz vorhandener Entzündungserscheinungen. Wiederholung nicht vor 8—10 Wochen.
c) sclerotisans nuchae (Acne keloides)	15 X	1 mm	Wiederholung nach 6 Wochen.
22. Frostbeulen	5 X	0,5 mm	3mal in 10tägigen Abständen. Wiederholung nicht vor 8 Wochen.
23. Furunkel	10 X	4 mm	Vorschrift der Bonner Klinik; einmalige Bestrahlung. Nur in Ausnahmefällen anzuwenden (Nase, Lippen).
24. Granulosis rubra nasi	10 X	1 mm	Wiederholung nach 6—8 Wochen. Nicht zu häufig!
25. Hidradenitis suppurativa (Schweißdrüsenabszeß)	10 X	1 mm	wie vor.!
26. Hodgkinsche Krankheit			
a) Drüsen	20 X	2 mm	Wiederholung nach 6 Wochen.
b) Haut	3 X		wie Nr. 2
27. Hyperidrosis			
Hände	10 X	1 mm	Wiederholung nach 6 Wochen.
Achselhöhlen und Genitale	15 X	1 mm	wie vor.
28. Hyperkeratosis	20 X	1 mm	Partialbestrahlungen. Wiederholung nicht vor 8 Wochen.
29. Hypertrichosis (Damenbart)	20 X	4 mm	„mit 4—6 fachem Lederfilter“ nach Wetterer. Wiederholung mit halber Dosis nach 4—6 Wochen. Größte Vorsicht! Spätschädigung!
Jucken s. Pruritus			
30. Karzinom	30 X bzw. 40 X	3 mm 4 mm	je nach Tiefenausdehnung. Wiederholung nicht vor 6 Wochen.
31. Keloid	30 X	3 mm	Wiederholung nach 4—6 Wochen und öfter (3—4mal insgesamt).
32. Keratoma palmare et plantare	20 X	1 mm	Wiederholung nach 6—8 Wochen.
33. Kraurosis vulvae	20 X	4 mm	wie vor.!
34. Lepra, tuberöse Form	20 X	2 mm	versuchsweise.
35. Leukämide (Audry)			
(s. auch Hodgkin)			
a) ekzematoide Formen	3 X	—	wie Nr. 15.
b) Tumoren	20 X	2 mm	wie Nr. 26a)

Krankheit	Einzel-Dosis	Filter	Methodik und Bemerkungen
36. Lichen ruber a) planus und acuminatus b) verrucosus	5 X 10 X	0,5 mm 1 mm	3 mal in 10 tägigen Abständen. Einzelbestrahlung.
37. Leiomyome Lupusvulgaris s. Tuberkulose	30 X	3 mm	wie Nr. 20.
38. Lupus erythematodes (Ulerythema centrifugum, Unna) Lymphosarkom s. Sarkom	20 X	2 mm	nur bei stark infiltrierten Herden. Wiederholung frühestens nach 8 Wochen. Vorsicht!
39. Lymphangiom Melanosarkom s. Sarkom	20 X	2 mm	wie Nr. 7.
40. Mykosis fungoides a) Prämykotische Form (Erythrodermie bzw. Ekzematoïd) b) Tumoren	3 X 20 X	— 2 mm	wie Nr. 15. wie Nr. 30.
41. Myom	30 X	3 mm	wie Nr. 20.
42. Naevi a) verruköse bzw. hyper- keratotische Form b) pilosi	10 X 25 X	1 mm 2 mm	wie Nr. 15. Wiederholung nach 6—8 Wochen 1—2 mal.
Nävokarzinom u. Nävo- sarkom			cave Bestrahlung!
43. Neurodermitis chron. circumscripta (Lichen simpl. Vidal) bei verruösen oder stark infiltrierten Formen	3 X 10 X	— 1 mm	wie Nr. 15. Wiederholung nach 6—8 Wochen.
44. Neurofibromatose Recklinghausensche Krankheit)	30 X	3 mm	wie Nr. 20 (nur beginnende For- men).
45. Onychosen (Nagel- und Nagelbett- erkrankungen)			je nach Ätiologie und klin. Bild zu behandeln (s. Ekzem, Der- matomykosen, Hyperkeratosen, Verrucae).
46. Pagetsche Krankheit	30 X	3 mm	mehrfache Wiederholung meist notwendig, in 8—10 Wochen Zwischenraum.
Parapsoriasis s. Psoriasis Pernionen s. Frostbeulen			
47. Pityriasis seborrhoica capitis (s. steatoides Sabouraud)	3 X	—	wie Nr. 15, nur in sehr ausgepräg- ten und für sonstige Behandlung refraktären Fällen.
48. Porokeratosis (Mibelli)	20 X	1 mm	wie Nr. 28 versuchsweise.
49. Prurigo (Hebra) a) Papeln b) Bubonen	3 X 20 X	— 2 mm	wie Nr. 15. Wiederholung nach 6—8 Wochen.
50. Pruritus a) universalis b) lokalisierter (anus und vulva)	3 X 5 X	— 0,5 mm	mehrstellige Totalbestrahlung 3-mal in 10 tägigen Abständen. wie vor.

Krankheit	Einzel-Dosis	Filter	Methodik und Bemerkungen
51. Psoriasis			
a) typische Form	3 X	—	3mal in 10tägigen Abständen Total- oder Partialbestrahlung je nach Umfang und Ausdehnung. Wiederholung nach 6 bis 8 Wochen.
b) isolierte stark infiltrierte Herde	5 X	0,5 mm	wie vor.
c) Thymus Reizbestrahlung	10—15 X	4 mm	nach Brock (Strahlenth. 11).
52. Rhinophyma	20 X	2 mm	Wiederholung nach 8 Wochen, evtl. mehrfach.
53. Rhinosklerom	10 X	4 mm	(nach Hans Meyer).
54. Rosacea	5 X	0,5 mm	3mal in 10tägigen Abständen wie Nr. 2.
55. Sarkom	30 X	3 mm	wie Nr. 30.
Schweißdrüsenabszeß (s. Hydradenitis)			
56. Seborrhoea oleosa faciei	5 X	0,5 mm	wie Nr. 2.
Sykosis s. Dermatomykosen und Follikulitis)			
Trichophytie s. Dermatomykosen			
57. Tuberkulose der Haut			
a) Lupus vulgaris (alle Formen)	20 X	2 mm	Wiederholung mehrfach in Zwischenräumen von zunächst 6—8, dann 10—12 Wochen. (Daneben Licht- und Ernährungstherapie, s. Rost, Strahlenth. 13.) Vorsicht bei vorhergehenden Quarzlampebestrahlungen! Mindestens 14 Tage Intervall.
Skrofuloderma, Tuberculosis verrucosa, Erythema induratum			
b) Tuberculosis ulcerosa	10 X	1 mm	versuchsweise; Erfolg meist fraglich.
Tuberkulose der Schleimhäute (bes. Mund)	20 X	2 mm	Wiederholung nach 4—6 Wochen, später 6—8 Wochen mehrfach (s. oben).
58. Ulzera (Unterschenkelgeschwüre)	2—3 X	0,5 mm	alle 8 Tage, mehrfach, Reizbehandlung; versuchsweise.
59. Verrucae			Wiederholung nach 4—6 Wochen
a) vulgares	25 X	1 mm	(Umgebung scharf abdecken).
b) planae	15 X	1 mm	Partial- oder Totalbestrahlung
c) seniles	20 X	2 mm	Wiederholung nach 6 Wochen. Wiederholung nach 4—6 Wochen.

Irrtümer der Röntgentherapie innerer Krankheiten

Von

Dr. med. Fritz Salzmann

Bad Kissingen

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Tuberkulose innerer Organe	396
I. Lymphdrüsentuberkulose	397
Röntgenbehandlung der oberflächlich gelegenen tuberkulösen Drüsen . . .	398
Röntgenbehandlung der tiefliegenden tuberkulösen Drüsen	399
II. Bauchfelltuberkulose	400
III. Lungentuberkulose	401
Asthma bronchiale	403
Blutkrankheiten	406
Röntgenbehandlung der Leukämien	408
Pseudoleukämien	410
Polyzythämie	411
Morbus Basedowii	412
Hypophysengeschwülste	414
Thymus	416
Nervenkrankheiten	416
Literaturverzeichnis	418

Die Anwendung der Röntgenstrahlen bei der Behandlung innerer Krankheiten hat in den letzten Jahren eine ständig wachsende Bedeutung gewonnen. Während anfänglich die Röntgenbehandlung nur bei chronischen inneren Krankheiten Anwendung fand, sind in jüngster Zeit auch akute Erkrankungen mit Erfolg der Strahlentherapie unterworfen worden. Wir stehen noch mitten in der Entwicklung der Röntgenbehandlung innerer Krankheiten, sowohl was die Methodik, als was die Anschauung über die biologische Wirkungsweise der Röntgenstrahlen anbetrifft. Es ist daher noch nicht möglich, ein Werturteil über die Leistungsfähigkeit der Röntgentherapie bei allen bisher mittels Röntgenstrahlen behandelten Erkrankungen abschließend zu geben. Jedoch sind die Erfahrungen bei einer Reihe von Erkrankungen jetzt schon genügend groß, erstrecken sich über genügend lange Zeitdauer und sind von so vielen Seiten nachgeprüft und bestätigt worden, daß ein objektives Urteil abgegeben werden kann. Therapeutische Irrtümer bei der Behandlung innerer Krankheiten mit Röntgenstrahlen können nach zwei Richtungen hin entstehen. Erstens, wenn Erkrankungen der Bestrahlung unterzogen werden, bei denen eine Beeinflussung durch die Strahlen nicht erwartet werden kann, z. B. bei tuberkulösen, fluktuierenden Abszessen; zweitens, wenn die erkrankten Organe mit zu großen oder zu kleinen Strahlendosen beschickt werden, z. B. wenn eine zu Progredienz neigende Form von Lungentuberkulose, bei der sonst alle Vorbedingungen zur Bestrahlung gegeben sein können, mit zu hohen Dosen bestrahlt wird.

Bevor an die Besprechung der einzelnen Erkrankungen, bei denen genügend lange Erfahrungen mit der Röntgenbehandlung vorliegen, gegangen werden kann, müssen die Grundfragen, die der bestrahlende Arzt in jedem Falle sich vorlegen muß, erörtert werden: auf welche Zellen und in welcher Weise sollen auf diese die Röntgenstrahlen wirken, soll ein Zellreiz oder eine Lähmung oder eine Zerstörung der Zelle herbeigeführt werden.

Infolge der verschiedenen Sensibilität der einzelnen Gewebe und Zellarten gegenüber den Röntgenstrahlen sind wir imstande, im Organismus bestimmte Zellarten in ihrer Lebenstätigkeit zu beeinflussen ohne gleichzeitig in den Lebensfunktionen des sie umgebenden, gegen die Strahlen widerstandsfähigeren Gewebes sichtbare Veränderungen hervorzurufen. Diese Erscheinung ist von grundlegender Bedeutung für die gesamte Strahlentherapie und es sei versucht, sie auf folgende kurze Formel zu bringen:

Je näher eine Zelle dem embryonalen Typ steht, je intensivere Lebensäußerungen und Teilungsfähigkeit sie besitzt, je kurzlebiger sie infolgedessen ist, um so strahlenempfindlicher ist sie. Je höher differenziert eine Zelle ist, je geringer ihre Lebensintensität und Teilungsfähigkeit, je langlebiger sie ist, eine desto geringere Strahlenempfindlichkeit besitzt sie. Als Antipoden, was ihre Strahlenempfindlichkeit betrifft, können die Keimzellen und ihnen gegenüber die Knochen oder die Nervenzellen bezeichnet werden.

Ein Gewebe, welches durch krankhaften Reiz zu erhöhter Lebenstätigkeit angefacht wurde, dessen Zellen vermehrte Teilungsformen zeigen, ist somit strahlenempfindlicher als das normale Gewebe, während andererseits durch pathologische Vorgänge in den Lebensfunktionen herabgeminderte, in Schrumpfung oder im Absterben begriffene Zellen der Beeinflussung durch die Röntgenstrahlen in wesentlich geringerem Maße zugänglich sind. Es würde also ein therapeutischer Irrtum sein, wenn man versuchen wollte, tuberkulöse Halsdrüsen, welche bereits erhebliche Verkäsung und Verflüssigung aufweisen, allein mittels Röntgenstrahlen zu behandeln, während die Bestrahlung von tuberkulösen Lymphomen, die sich im Zustande der akuten Entzündung, der markigen Schwellung befinden, beste Erfolge verspricht.

Entsprechend der größeren oder kleineren Radiosensibilität der verschiedenen Zellarten, ist natürlicherweise auch die Röntgenreizdosis, welche die Lebenstätigkeit der Zellen anzufachen imstande ist, verschieden groß. Es besteht also die Möglichkeit, in einem Organ mit verschiedener Zellzusammensetzung durch die gleiche Strahlendosis die einen Zellen zu vermehrter Leistungsfähigkeit anzuregen, während die anderen Zellen, die eine erhöhte Radiosensibilität besitzen, gelähmt oder unter Umständen sogar vernichtet werden können. Es wurde von einer ganzen Reihe von Forschern versucht, für die einzelnen Gewebe die Vernichtungsdosis, aus der dann die Reizdosis abgeleitet werden kann, festzustellen. Am bekanntesten ist die Reihe von Seitz und Wintz:

Hauteinheitsdosis	100 %	H. E. D.
Kastrationsdosis	35 %	H. E. D.
Sarkomdosis	60 bis 70 %	H. E. D.
Karzinomdosis	90 bis 110 %	H. E. D.
Darmdosis	135 %	H. E. D.
Muskeldosis	180 %	H. E. D.

Diese Zahlen, und das muß nachdrücklich betont werden, können beim einzelnen Individuum bedeutende Schwankungen zeigen und nirgends kann sich das Schematisieren so bitter rächen wie bei der Röntgenbehandlung. Die individuellen Unterschiede der Empfindlichkeit gegenüber Röntgenstrahlen sind prozentual schwer festzulegen, ganz allgemein ausgedrückt betragen sie bei gesunden Personen etwa 10—15%, als besonders strahlenempfindlich können die Vagotoniker von hellhäutigem Typus angesehen werden, deren Gegenpol ist der Myxödemkranke. So verträgt schätzungsweise der Myxödemkranke etwa die doppelte Strahlendosis wie der Basedowkranke.

Als Optimum für die Reizstrahlendosis können etwa 15% der Zellvernichtungsdosis angenommen werden; dieser Prozentsatz entspricht sowohl den experimentell gewonnenen als den am Kranken gemachten Erfahrungen.

Tuberkulose innerer Organe.

Die Röntgenstrahlen haben sich bei der Behandlung der Tuberkulose als ein außerordentlich gutes Heilmittel erwiesen. Bei bestimmten Formen von Tuberkulose, wie bei der Lymphdrüsentuberkulose und bei der Bauchfelltuberkulose, hat sich die Röntgenbehandlung allen anderen Heilmitteln überlegen gezeigt, so daß es als ein therapeutischer Fehler angesehen werden muß, wenn die Röntgenbestrahlung bei diesen Erkrankungen nicht in erster Linie zur Anwendung

kommt. Aber auch bei den anderen inneren Tuberkulosen, bei der Tuberkulose der Lungen, der Harnwerkzeuge, der Schleimhäute des Auges, der oberen Luftwege und des Darmes kann die Röntgenbestrahlung zu guten Erfolgen führen.

Auf den Tuberkelbazillus haben die Röntgenstrahlen keine Einwirkung, höchstens eine Abschwächung der Virulenz konnte beobachtet werden. Der heilende Einfluß der Röntgenstrahlen auf die Tuberkulose kann z. Z. nur mit einer Reizwirkung der Röntgenstrahlen auf das vom Körper gegen die tuberkulöse Infektion bereits gebildete Schutzgewebe und auf die Bildung einer erhöhten Phagocytose erklärt werden. Es wäre daher ein verhängnisvoller therapeutischer Irrtum, wenn in das tuberkulöse Gewebe Strahlenmengen gebracht würden, abgesehen von bestimmten später erörterten Fällen, welche das Granulationsgewebe, das als natürliches Schutzgewebe des Körpers gegen die Infektion anzusehen ist, lähmen oder gar zerstören könnten. Die von Seitz und Wintz aufgestellte „Tuberkulosedosis“ = 50% H. E. D. muß nach den zahlreichen von vielen Seiten festgelegten Erfahrungen als wesentlich zu hoch abgelehnt werden, denn das junge epitheloide Gewebe, welches um den Tuberkel herum vom Körper als Schutz gebildet wird, würde durch diese Dosis sicher gelähmt, vielleicht zerstört werden, denn wir dürfen dessen Sensibilität wohl kaum niedriger als die der Keimzellen einschätzen, für welche die Vernichtungsdosis bereits bei 35% liegt. Auch aus anderen Gründen muß eine derartig hohe und starre „Tuberkulosedosis“ abgelehnt werden, weil die Dosierung eine ganz verschiedene Höhe erhalten muß, je nach der Beschaffenheit des Grundgewebes, auf dem der Tuberkelbazillus sich angesiedelt hat, und je nach der Größe der Widerstandskraft, die der einzelne kranke Körper aufbringen kann. Es ist für die Wahl der Strahledosis von sehr großer Bedeutung, ob die Entwicklung eines tuberkulösen Herdes auf der Haut oder in der Lunge vor sich ging, ob ein wenig verbrauchter und widerstandsfähiger oder ein kraftloser Gesamtorganismus sich vorfindet, ferner ob klinisch eine größere oder geringere Virulenz des Infektionserregers anzunehmen ist. Bei jedem einzelnen Fall muß die Dosengröße genau überlegt werden — ihre Abschätzung stellt hohe Anforderungen an das Feingefühl, an die Kunst wie an das Können des Arztes. Die Röntgenbehandlung der tuberkulösen Erkrankungen erstrebt, von wenigen Ausnahmen abgesehen, durch Reizdosen die Umwandlung des epitheloiden Gewebes (der Granulationen) in Bindegewebe zu beschleunigen, sie versucht also den natürlichen Heilvorgang im Körper zu fördern. Wie hoch die Röntgenreizdosen sein müssen, hängt, wie schon gesagt, vorwiegend von der Beschaffenheit des Gewebes ab, in dem sich die tuberkulöse Erkrankung abspielt, und wird daher in den folgenden, in diesem Sinne unterteilten Abschnitten besprochen.

I. Lymphdrüsentuberkulose.

Bei der Lymphdrüsentuberkulose sämtlicher Regionen ist von der Strahlentherapie ein gutes Resultat zu erwarten. Naturgemäß sind die Erfolge der Bestrahlung bei den oberflächlich gelegenen Drüsen, bei denen sowohl eine gleichmäßigere Durchstrahlung wie auch eine leichtere Beurteilung der Dosengröße möglich ist, am leichtesten zu erzielen. Von diesen geben wieder die glattesten Resultate die rasch wachsenden Drüsen, welche pathologisch anatomisch als großzellige tuberkulöse Hyperplasie (Borst) bezeichnet werden. Langwieriger

ist die Behandlung der verkästen Drüsen. Wenn eine deutliche Fluktuation nachweisbar ist, so wird mit der Spritze der Eiter entleert und dann erst bestrahlt, Ist keine deutliche Fluktuation zu fühlen, so daß der Erfolg einer Punktion zweifelhaft erscheint, so kann dennoch die Bestrahlung eingeleitet werden, da häufiger beobachtet wurde, daß mäßig erweichte Drüsen sich glatt zurückbildeten. Anderenfalls muß dann die Punktion im geeigneten Momente nachgeholt werden.

Die Wirkung der Röntgenbestrahlung auf die tuberkulösen Drüsen beruht darauf, daß schlaffes und schlecht ernährtes tuberkulöses Granulationsgewebe, die epitheloiden Zellen, zum Absterben und zur Resorption gebracht wird, möglicherweise auch eine Umwandlung des epitheloiden Gewebes in Bindegewebe gefördert wird; gleichzeitig ist ein Wachstumsreiz auf das Bindegewebe des Stroma der Drüsen anzunehmen.

Die Drüsen verschwinden nach richtig dosierter Bestrahlung bis auf kleine Reste, deren histologische Untersuchung zeigt, daß an Stelle des charakteristischen tuberkulösen Gewebes ein festes Bindegewebe getreten ist, welches häufig kalkhaltige Brocken umschließt, in denen sich Splitter von Tuberkelbazillen, aber auch bisweilen noch vollkommen erhaltene und lebensfähige Tuberkelbazillen nachweisen lassen.

Röntgenbehandlung der oberflächlich gelegenen tuberkulösen Drüsen.

Bei der Bestrahlung der Halsdrüsen ist daran zu denken, daß die straff über das Schlüsselbein gespannte Haut und die Kehlkopfschleimhaut, welche sehr strahlenempfindlich ist, wie die in letzter Zeit bekannt gewordenen schweren Strahlenschädigungen des Kehlkopfes beweisen, nicht mit zu hohen Strahlendosen bedacht werden, daß vor allem keine Überkreuzungen der Röntgenstrahlen im Gebiete des Kehlkopfes stattfinden dürfen.

Da in den für die Bestrahlung sehr günstig gelegenen tuberkulösen Halsdrüsen eine Zerstörung des schlaffen Granulationsgewebes und eine Reizung des Bindegewebes erreicht werden soll, so wird zweckmäßig die für Tuberkulose hohe Dosis von 30—35% gewählt, die gewöhnlich ausreichend ist, um einen Rückgang der Drüsenanschwellungen zu erzielen. Bisweilen läßt sich nach der Bestrahlung eine akute Schwellung der Drüsen beobachten und es ist deshalb zu empfehlen, größere Drüsenpakete, die um die Trachealgegend herum liegen, in Abständen von etwa acht Tagen erst die rechte dann die linke Seite zu bestrahlen. Durch die Verteilung der Dosis auf mehrere Tage kann eine akute Drüsenanschwellung in der Regel vermieden, mindestens erheblich gemildert werden.

Die Filtrierung der Strahlen geschieht nach meinen Erfahrungen am besten mit Zink- oder Kupferfiltern. Teleangiektasien und das gefürchtete indurierende Ödem sind bei der oben angegebenen vorsichtigen Dosierung nicht zu erwarten. Der Kehlkopf soll stets abgedeckt werden, falls nicht zur Kehlkopfgregion gehörende Drüsen bestrahlt werden müssen.

Bei der Bestrahlung der Inguinaldrüsen sind natürlich die Hoden sorgfältig abzudecken; die facultas coeundi und die Libido werden übrigens durch die Sterilisation nicht beeinträchtigt, welche bei der Strahlenbehandlung der Hodentuberkulose meist unvermeidbar ist.

Röntgenbehandlung der tiefliegenden tuberkulösen Drüsen.

Die Bronchialdrüsentuberkulose, wohl die am häufigsten vorkommende Drüsentuberkulose, ist ein überaus dankbares Objekt der Röntgenbehandlung. In vielen Fällen mit jahrelang sich hinziehenden subfebrilen Temperaturen, bei denen kein anderer Befund als eine verstärkte Bronchialzeichnung und diffuse Schatten in der Lungenwurzelgegend erhoben werden kann, bringt oft die Röntgenbestrahlung eine überraschend schnelle Entfieberung. Da die Bronchialdrüsen erst dann einen stärkeren, abgegrenzten Schatten auf der Röntgenplatte geben, wenn sie sich nicht mehr im Stadium der markigen Schwellung befinden, sondern schon Verkäsungen oder bindegewebige Veränderungen mit Kalk eingelagerungen zeigen, so wird häufig vom Arzte der Mut nicht aufgebracht, die Diagnose auf Bronchialdrüsentuberkulose auszusprechen und die Konsequenzen aus dieser Erkenntnis zu ziehen. Selbstverständlich muß die klinische Beobachtung entscheiden und es seien daher kurz einige klinische Symptome der Bronchialdrüsentuberkulose ins Gedächtnis gerufen.

Neben den subfebrilen Temperaturen, für die andere Ursachen nicht gefunden werden konnten, sind ein unbestimmtes Schweregefühl auf der Brust, Beklemmungserscheinungen und Schmerzen, die von der Schultergegend bis in den Nacken, selbst bis in das Gesicht ausstrahlen können, die häufigsten subjektiven Symptome der Hilusdrüenschwellung. Durch Druck der geschwellten Drüsen auf den Vagus kann eine Pulsbeschleunigung hervorgerufen werden, Druck auf den Rekurrens erzeugt einen krampfhaften, dem Keuchhusten ähnlichen Reizhusten, bisweilen eine Stimmbandlähmung. Die Einengung der Trachea oder der Bronchien, welche den geschwellten Drüsen anliegen, kann Atemnot, auch asthmaähnliche Anfälle hervorbringen. Der Druck der Drüsen auf das Herz und auf die großen Gefäße verursacht je nach dem Orte der Kompression Stauungen im Kreislauf z. B. Zyanose im Gesicht bei Druck auf die Vena cava superior, Nasenbluten bei Druck auf die Lungenvenen (Cornet). Das Atmungsgeräusch über dem 2.—5. Brustwirbel ist verschärft oft bis zu lautem Bronchialatmen. Bei starker Kompression von Bronchialästen kann in den von diesen versorgten Lungenpartien eine Abschwächung des Atemgeräusches und des Stimmfremitus auftreten. Perkutorische Veränderungen sind nur bei bedeutenden Vergrößerungen der Hilusdrüsen zu beobachten, die dann auch regelmäßig im Röntgenbilde sichtbar zu machen sind.

Bei der Röntgenbestrahlung der Bronchialdrüsentuberkulose werden nur Schwermetallfilter, Kupfer- oder Zinkfilter verwendet, die Größe der Dosis am Ort der Wirkung ist auf etwa 15% H. E. D. zu bemessen. Bei dieser Erkrankung kann nur mit kleinen Dosen gearbeitet werden, da plötzliche, an sich rasch abklingende Schwellungen der Drüsen dem korrigierenden ärztlichen Eingriff vollständig entzogen sind, denn durch eine Tracheotomie kann eine plötzliche und bedrohliche nach der Bestrahlung auftretende Schwellung von der Trachea anliegenden Halsdrüsen ausgeglichen werden, bei plötzlich auftretenden Schwellungen der Hilusdrüsen sind wir machtlos. Die Dosis von 15% H. E. D. am Orte der Wirkung erreichen wir mit einer Dosis von etwa 40—50% auf die Haut unter Cu- oder Zn-Filter gemessen. Ich gab mit gutem Erfolge häufig noch kleinere Dosen. Der Abstand zwischen den einzelnen Bestrahlungen beträgt zweckmäßig 8—10 Tage; Schädigungen sind bei scharfer klinischer und röntgenologischer

Kontrolle bei dieser vorsichtigen Dosierung nicht zu erwarten. Die Felder auf Brust und Rücken werden am besten nicht zu klein gewählt, je zwei von vorn und vom Rücken aus genügen.

Mesenterialdrüsen. Die Symptome für eine tuberkulöse Erkrankung der Mesenterialdrüsen sind besonders im Anfang wenig charakteristisch. Außer einer leichten Auftreibung des Leibes und unmotiviert auftretenden Durchfällen fehlen typische Merkmale. Auch durch die Palpation ist es nur in verhältnismäßig wenigen Fällen möglich, Anhaltspunkte für eine sichere Diagnose zu finden. In die Bauchhöhle durchbrechende, verkäste Mesenterialdrüsen rufen ausgebreitete oder auch abgegrenzte Bauchfellentzündungen hervor; bei geringer Virulenz der eingebrochenen Tuberkelbazillen bilden sich flächenhafte Tumoren, welche teils aus Drüsen teils aus Netzverdickungen bestehen, es kommt zum Bild der *Tabes mesaraica*.

Bei rechtzeitig gestellter Diagnose kann durch die Röntgenbehandlung der Mesenterialtuberkulose eine vollständige Heilung erzielt werden. Selbstverständlich schalten als fluktuierend festgestellte Drüsentumoren aus. Die Dosierung ist die gleiche wie die bei der im folgenden Abschnitt behandelten Bauchfellentzündung, etwa $\frac{1}{2}$ H. E. D. auf der Haut gemessen bei Anwendung der Fernbestrahlung (ein großes Feld auf den Bauch, ein Rückenfeld).

II. Bauchfelltuberkulose.

Alle Formen der Bauchfelltuberkulose werden durch die Röntgenstrahlen günstig beeinflusst, die exsudative wie die proliferierende; eine Ausnahme bildet nur die tuberkulös eitrige Form (*Step p*) die aber verhältnismäßig selten auftritt. Die Strahlendosen sind je nach dem Kräfte- und Ernährungszustand des Kranken und nach der Krankheitsform verschieden hoch zu wählen. Ein therapeutischer Irrtum, der verhängnisvolle Folgen für den Kranken nach sich ziehen kann, wäre es, wenn eine Peritonitis der Strahlenbehandlung unterzogen würde, bei gleichzeitigem Bestehen einer ausgebreiteten oder zu Zerfall neigenden Lungentuberkulose, da ein derartiger Lungenprozeß erfahrungsgemäß durch die Bestrahlung äußerst ungünstig beeinflusst wird.

Es kommen für die Röntgenbehandlung der Bauchfelltuberkulose in der Regel allein Reizdosen in Frage. Über die Größe der Dosen können nur ganz allgemeine Angaben gemacht werden, da jeder Fall besondere Überlegung fordert; bei der exsudativen Form genügen meist kleine Dosen, bei der Großfeld- und Fernfeldbestrahlung etwa 25% H. E. D., bei der trockenen und mit Tumorbildung einhergehenden Form sind größere Dosen notwendig, etwa 50% der H. E. D. Es wurden aber auch Erfolge der Bestrahlung mit noch kleineren Dosen erzielt.

Leichtes Fieber, das mit Sicherheit nicht von einer gleichzeitigen bestehend zu Zerfall neigenden Lungentuberkulose beruht, bildet keine Kontraindikation (*Step p*), Aszites in größerer Ansammlung wird zweckmäßig vor der Bestrahlung punktiert. Nach Operationen, welche zum Zwecke der Diagnose oder infolge einer Fehldiagnose, wie sie leicht bei Ileocoekaltuberkulose durch Verwechslung mit chronischer Appendizitis vorkommt, kann ohne Bedenken nach 5 Tagen bestrahlt werden; ebensowenig bilden Fistelbildungen eine Kontraindikation (Rieder). Um die in der Tiefe von etwa 8—10 cm liegenden Drüsen gleichmäßig durchstrahlen zu können, wird vom Bauch wie vom Rücken aus bestrahlt.

und es können ebensogut eine Reihe von kleinen Feldern und Nahbestrahlung wie nur ein großes Feld und Fernbestrahlung angewandt werden. Nach meinen Erfahrungen bewährte sich die Großfeldbestrahlung mit der Dosis von etwa 25% H. E. D. auf die Haut gut. Bei der exsudativen Bauchfelltuberkulose genügen meist je 2 Bestrahlungen des Rückens und des Bauches, um eine Heilung zu erzielen, bei der trockenen und proliferierenden Form sind meist 3—4 Bestrahlungen mit etwa 50% H. E. D. auf die Haut zum Erfolge notwendig. Nach etwa 2 Monaten soll, auch bei anscheinend völliger klinischer Heilung, die Bestrahlung wiederholt werden, da Rezidive häufiger beobachtet wurden. Die gleichzeitige Anwendung von ultravioletten Strahlen, Schmierseifenkuren, die unbedenklich bei den kleinen Strahlendosen schon 6—8 Tage nach der Bestrahlung begonnen werden können, ferner die Anwendung von Silikaten, intern und als Injektion (Arsilikosan von Robisch-München), ist als Unterstützung der Röntgenbehandlung von großem Werte.

Die große Reihe der Berichte über ausgezeichnete Erfolge mit Röntgenstrahlenbehandlung der Bauchfelltuberkulose, die übereinstimmend die rasche Erholung der Kranken und besonders die rasche Entfieberung hervorheben, geben das Recht, diese Behandlungsmethode bei Beachtung der soeben angeführten Regeln und Kontraindikationen an erste Stelle der bei der Bauchfelltuberkulose zu ergreifenden Maßnahmen zu setzen.

III. Lungentuberkulose.

Der zarte Aufbau des Lungengewebes und die dadurch bedingte geringe Widerstandsfähigkeit des Lungengewebes gegen die Tuberkuloseinfektion stellen besondere Aufgaben an die Behandlung der Lungentuberkulose mittels der Röntgenstrahlen. Es bedurfte langjähriger experimenteller und praktischer Erfahrungen, bis klare Richtlinien gefunden werden konnten, so daß Schädigungen infolge therapeutischer Irrtümer bei der Behandlung der Lungentuberkulose mittels Röntgenstrahlen vermieden werden können. Insbesondere die Untersuchungen von Bacmeister, de la Camp und Küpferle haben die Grundlage für eine erfolgreiche Strahlenbehandlung der Lungentuberkulose geschaffen. Bacmeister faßt seine ausgedehnten Erfahrungen über diese Behandlungsmethode folgendermaßen zusammen: „Die Röntgenbehandlung vermag bei langsam progredienten, stationären und zur Latenz neigenden Formen der Lungentuberkulose die Heilung einzuleiten und zu beschleunigen; sie ist aber nicht nur machtlos, sondern sogar schädlich bei allen exsudativ käsigen Formen, bei denen das zu beeinflussende Granulationsgewebe zurücktritt und bei allen akut fortschreitenden Prozessen, bei denen die Virulenz der Bakterien jedes Heilungsbestreben des Körpers überwindet. Grundbedingung für den Erfolg der Röntgentherapie ist eine genaue Qualitätsdiagnose der anatomischen Form der tuberkulösen Lungenveränderungen, danach hat sich dann die Indikationsstellung und die Technik zu richten. Die Röntgentherapie ist nur eine Unterstützung der Naturheilung; wo die Heilungstendenz fehlt und der progrediente Charakter der Erkrankung unaufhaltsam weiter geht, ist sie zwecklos, wenn nicht gefährlich.“

Die Einteilung der tuberkulösen Lungenerkrankungen nach ihrer Qualität im Gegensatz zu dem Gerhardt-Turbanschen Schema, welches quantitative

Unterschiede zur Grundlage macht, wurde von Bacmeister entsprechend den neueren pathologisch-anatomischen Forschungen von Aschhoff aufgestellt. Danach wird die Lungentuberkulose unterschieden in

progreidente	}	zirrhotische	}	produktive	} Formen.
stationäre		nodöse		exsudative	
zur Latenz neigende	}	lobär pneumonische	}		
latente		bronchopneumonische			

Eine scharfe Abgrenzung dieser Formen gegeneinander ist intra vitam wohl in wenigen Fällen möglich; der Wert der Bacmeisterschen Einteilung liegt nicht allein darin, daß sie Anhaltspunkte für die Prognose und Therapie der Lungentuberkulose geben kann, sondern auch darin, daß sie erzieherisch wirkt, indem sie dazu zwingt, die Fälle nach der pathologisch-anatomischen Seite durchzudenken.

Die Röntgenplatte wird in vielen Fällen zur Aufklärung des Krankheitsbildes beitragen können, jedoch entscheidend für die Feststellung der Röntgen-dosis kommt nur die klinische Beobachtung in Frage.

Auf die klinischen Merkmale der einzelnen in dem Schema angeführten Formen der Lungentuberkulose näher einzugehen, ist hier nicht am Platze. Kurz sei ins Gedächtnis gerufen, daß die zirrhotische Lungentuberkulose, bei welcher die besten Resultate mit der Röntgenbestrahlung erzielt werden konnten, langsam verläuft, geringe Temperaturerhöhung zeigt und mit wenig, nur spärlich Tuberkelbazillen enthaltendem Auswurf einhergeht. Die Dämpfung ist scharf abgrenzbar, die Rasselgeräusche sind selten reichlich. Meist lassen sich schon bei der Inspektion Schrumpfungen z. B. der Lungenspitzen erkennen. Im Röntgenbild werden scharf abgegrenzte Schatten sichtbar. Die exsudative Tuberkulose ist charakterisiert durch raschen Verlauf, durch mittelhohes bis hohes Fieber, reichlichen Auswurf mit vielen Tuberkelbazillen. Die Dämpfung über der Lunge ist ausgebreitet, schwer abgrenzbar und die Rasselgeräusche sind reichlich, feucht und klingend.

Auf der Röntgenplatte ist bei der exsudativen Form die Schattenbildung wenig scharf abgegrenzt, verwaschen, wolkig, während die nodösen Formen, welche klinisch von den exsudativen oft schwer zu trennen sind, meist gut abgegrenzte Schatten zeigen (Bacmeister) und langsameren Verlauf haben.

Die Strahlenbehandlung der entsprechend den soeben gemachten Ausführungen ausgewählten Krankheiten darf nur mit kleinen „Reizdosen“ beginnen und es muß während der Bestrahlungsperiode eine scharfe klinische Kontrolle über den Lungenbefund und über Temperaturschwankungen geübt werden. Geringe Temperaturerhöhungen, die unmittelbar nach der Bestrahlung auftreten und rasch abklingen, sind belanglos, jedoch gibt jede über 48 Stunden dauernde Reaktion, die mit Temperatursteigerung und mit Reizerscheinungen an den tuberkulösen Herden einhergeht, zu Bedenken Anlaß und es muß mit der Wiederholung der Bestrahlung so lange gewartet werden, bis die Temperaturen zur Norm gekommen sind und bis volle Ruhe in dem Lungenherde eingetreten ist. Die Reaktionen sind möglichst zu vermeiden und nach starken, langanhaltenden Reaktionen muß die Röntgenbehandlung abgebrochen werden.

Die Größe der Dosen, die im allgemeinen reaktionslos vertragen wird, beträgt etwa $\frac{1}{12}$ H.E.D. (Küpferle, Bacmeister). Doch muß bei zweifel-

haften Fällen mit noch kleineren Dosen angefangen werden. Die Hautfokuserntfernung ist am günstigsten 35 cm, als Filter wird immer Kupfer oder Zink 0,5 mm, darunter noch $\frac{1}{2}$ mm Aluminiumfilter, genommen.

Je nach dem Sitz der Erkrankung werden mehr oder weniger Bestrahlungsfelder notwendig sein. Jede erkrankte Stelle wird an 2 aufeinander folgenden Tagen von vorn und von hinten bestrahlt. Der Zwischenraum zwischen den Bestrahlungen des gleichen Lungenherdes beträgt etwa 10 Tage, während dieser Zeit können jedoch andere Herde bestrahlt werden, doch sind dabei Abstände von 2—3 Tagen mindestens einzuhalten. Allmählich, wenn keine Reaktionen eintreten, können die Dosen gesteigert werden bis etwa $\frac{1}{3}$ H.E.D.; höher zu gehen ist zwecklos und gefährlich.

Bei dieser vorsichtigen Anwendung sind Schädigungen durch die Röntgenstrahlenbehandlung nicht zu erwarten. Die Behandlung erfordert viel Zeit und Geduld, doch lohnt dieses Opfer, denn die Erfolge sind bei sorgfältiger Überwachung der Kranken recht erfreuliche.

Selbstredend sollen die anderen erprobten Methoden der Tuberkulosebehandlung, wie Freiluftliegekur, reichliche Ernährung und die Quarzlampenbestrahlung gleichzeitig in Anwendung kommen. Am zweckmäßigsten ist der Aufenthalt in der Heilanstalt oder im Krankenhaus während der Röntgenbehandlung, jedoch kann, wenn die Vorbedingungen für die ständige Überwachung des Kranken und für vollständige Schonung, reichliche Ernährung und Liegekur erfüllt werden können, ein Erfolg auch außerhalb der geschlossenen Anstalt erreicht werden.

Die Heilwirkung der Röntgenstrahlen kann allein durch ihren Reiz auf das tuberkulöse Granulationsgewebe erwartet werden, dessen Widerstandskraft und Umbildung zur bindegewebigen Narbe gefördert wird, jedoch niemals dürfen die Dosen so groß sein, daß das Bindegewebe geschädigt werden kann. Von Nutzen schienen mir die gleichzeitige subkutane und intravenöse Anwendung von Kieselsäurepräparaten zu sein, die vielleicht auch, da ihnen eine Affinität zum tuberkulösen Gewebe zugeschrieben wird, eine Rolle als Erzeuger von Sekundärstrahlen spielen. Weiter dürfen wir bei den Versuchen, die Wirkung der Röntgenstrahlen zu erklären, daran denken, daß in der Haut bei der Durchstrahlung mit kleinen Reizdosen eine erhöhte Schutzstoffbildung ausgelöst wird, zu vergleichen etwa der Protoplasmaaktivierung durch nichtspezifische Eiweißkörper. Experimentelle Untersuchungen nach dieser Richtung hin, die von mir bereits 1913 in der Jesionekschen Klinik in Gießen ausgeführt wurden, sprachen für diese Annahme, denn die mit Hautreizdosen bestrahlten Tiere zeigten einen außergewöhnlich hohen Titer gegenüber z. B. dem zur Infektion der Tiere verwendeten *Staphylococcus ruber*. Die Untersuchungen konnten seinerzeit infolge des Krieges nicht zu Ende geführt werden.

Asthma bronchiale.

Die Erfolge der Röntgenbehandlung des Asthma bronchiale, besonders bei den schweren, Jahre hindurch jeder Therapie Widerstand leistenden Fällen, sind über Erwarten gute und andauernde. Von 1906 an, in welchem Jahre Schillings die ersten Mitteilungen über erfolgreiche Röntgenbehandlung des Asthma machte, bis heute sind eine große Reihe von Arbeiten erschienen, welche sämtlich über gute Resultate zu berichten wissen.

Eine nach jeder Richtung hin befriedigende Erklärung für die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf das Asthma konnte bisher ebenso wenig gegeben werden, wie es möglich war, daß sich eine einheitliche Auffassung über die Ätiologie des Asthma bronchiale durchsetzen konnte, da es sich immer wieder nach Aufstellung einer neuen Hypothese zeigte, daß eine mehr oder weniger beträchtliche Anzahl von Fällen nicht in den Rahmen der betreffenden Hypothese untergebracht werden konnte. Augenscheinlich ist die Entstehung der Asthmaerkrankung von einer ganzen Reihe von Faktoren abhängig, von denen je nach der Lage des Falles der eine oder der andere Faktor greifbarer in den Vordergrund treten kann.

Ohne Frage sind wir berechtigt, für das Asthma bronchiale eine konstitutionelle Veranlagung anzunehmen, eine Asthmadiathese. Schädigungen aller möglichen Art, welche den Organismus auch an weit von der Lunge entfernten Körpergegenden treffen, können dann bei der zum Asthma veranlagten Person die Asthmaerkrankung auslösen.

Die Asthmadiathese reiht sich dem ausgedehnten Komplex von Erkrankungen an, die bedingt sind durch eine degenerative Anlage, welche die Grundlage für die Entwicklung einer Reihe von Erkrankungen abgibt, wie für den Status thymolymphaticus, für die Hypoplasie der Gefäße, Hypoplasie der Fortpflanzungsorgane, für Fettleibigkeit, Diabetes, Myasthenie, Morbus Basedowii, Myxödem und für andere Erkrankungen des innersekretorischen Systems. Beim Asthma besteht als Folge und Symptom der degenerativen Anlage eine Herabsetzung des Sympathikotonus und infolgedessen ein Überwiegen des Vagotonus. Der pharmakologische Beweis dafür ist die Wirkung des Atropins und des Adrenalins; beide Mittel sind imstande, den Asthmaanfall zu kupieren und den Krampf der Bronchialmuskulatur zu lösen. Atropin bewirkt eine Lähmung der motorischen Vagusendapparate, also Lähmung der Vasokonstriktoren, während das Adrenalin durch Anregung der sympathischen vasodilatatorischen Nerven eine Krampflösung herbeiführt. Die Wirksamkeit des Adrenalins beim Asthmaanfall läßt den Schluß zu, daß eine der wesentlichen Ursachen für die Asthmadiathese in einer Unterwertigkeit der chromaffinen Substanz zu suchen ist, wodurch eine Hypotonie des Sympathikus und infolgedessen ein Überwiegen der Vaguswirkung herbeigeführt wird. Ausgelöst wird dann der Anfall durch einen Vagusreiz, der auf verschiedene Weise zustande kommen kann, z. B. von dem häufig behandelten Asthmareizpunkt an der unteren Nasenmuschel ausgehen kann. Bekannt sind die Reizeinwirkungen auf den Vagus infolge der Überempfindlichkeit von Asthmakranken gegenüber bestimmten Eiweistoffen, z. B. gegenüber Polleneiweiß (Heuasthma) und Pferdeserum, wie in dem von Besche beschriebenen Fall; bei dem ein Asthmaanfall durch Stehen neben einem Pferde nach 10 Minuten ausgelöst wurde.

Neben der Proteinüberempfindlichkeit spielen zweifellos auch mechanische Ursachen eine erhebliche Rolle bei der Auslösung des Asthmaanfalles, jedoch immer nur unter der Voraussetzung, daß eine Asthmadiathese vorhanden ist. Denn es wäre sonst schwer verständlich, weshalb einige Kranke mit vergrößerten Bronchialdrüsen Asthmaanfälle bekommen, während zahllose andere Kranke mit Hilusdrüsenanschwellung keinerlei Asthmasymptome zeigen. Chelmonski fand bei allen seinen Asthmaanfällen verdickte Bronchialdrüsen und er hält diese für die alleinige Ursache der Erkrankung. Eine Vergrößerung der Bronchial-

drüsen ist in größerem oder kleinerem Umfange wohl bei jedem Asthmakranken nachweisbar und in einer Reihe von Fällen werden sie sicher durch Druck auf die in der Nähe gelegenen Nerven Asthmaanfälle auslösen oder begünstigen können, aber nur dann, wenn eine Asthmadiathese vorhanden ist.

Es entwickelten sich die bisherigen Auffassungen über die Ätiologie des Asthma bronchiale in zwei Gruppen; während die eine Gruppe als Ursache eine Erkrankung im Nervensystem, hervorgerufen durch innersekretorische Störungen (Milz—Groedel) oder durch Proteinüberempfindlichkeit (Morawitz) ansieht, nimmt die andere Gruppe mechanische Ursachen an, wie z. B. die Bronchialdrüsenverdickung, die chronische Schwellung der Bronchialschleimhaut (Gottschalk, Chelmonski u. a.).

Die Röntgenbehandlung des Asthma bronchiale folgte den Auffassungen über seine Ursache und es entstanden daher zwei verschiedene Bestrahlungsmethoden, die eine sucht auf das Asthma durch Bestrahlung des Brustkorbes, der Lungen und der Bronchialdrüsen zu wirken, die andere durch Reizbestrahlung der Milz (Groedel). Beide Wege führen zweifellos zu Erfolgen, zu Resultaten, welche in Anbetracht der oft jahrelang dauernden, quälenden Krankheitszustände, die meist vorher mit den erdenklichsten Mitteln behandelt wurden, ohne daß eine Besserung, geschweige denn eine Heilung zu erzielen gewesen wäre, als hervorragend gut angesehen werden müssen, da im Durchschnitt bei etwa 40% der bestrahlten Fälle eine länger dauernde Heilung, und bei weiteren 30% eine wesentliche Besserung erzielt werden konnte. Inwieweit bei beiden Methoden Drüsen mit innerer Sekretion außer der Milz mitgetroffen und zu größerer Tätigkeit angeregt werden, z. B. die Nebennieren, wodurch eine erhöhte Adrenalinabgabe ins Blut hervorgerufen werden könnte, ferner ob nicht in den Hautzellen während ihrer Durchstrahlung Protoplasmaveränderungen, Eiweißabspaltungen hervorgerufen werden, deren Wirkung im Körper einer parenteralen Eiweißinverleibung an die Seite zu stellen wäre, vielleicht eine Umstimmung der Proteinüberempfindlichkeit des Asthmakranken hervorrufen könnte, diese Fragen harren noch der Lösung durch weitere Untersuchungen und Erfahrungen.

Bei der Technik der Bestrahlungen ist zu berücksichtigen, daß der Asthmakranke ebenso wie der Basedowkranke meist eine Überempfindlichkeit gegenüber den Röntgenstrahlen zeigt. Es müssen also die Dosen beim Asthmakranken, falls er z. B. wegen Myomen bestrahlt werden soll, etwa 10% niedriger als bei dem normalempfindlichen Organismus gewählt werden. Bei der Bestrahlung der Hilusdrüsen oder der kleinen Bronchien genügt etwa $\frac{1}{3}$ H. E. D. auf jedes Bestrahlungsfeld. Die Methode von Klewitz, der 7 Felder, 3 von vorn (2 rechts, 1 links), 4 vom Rücken aus bestrahlt, bewährte sich. In 7 aufeinanderfolgenden Tagen ist eine Serie beendet, welche nach 3—4 Wochen wiederholt wird. Wenn nach Groedel nur die Milz bestrahlt werden soll, so bleibt die Dosis etwa 10% unter der H. E. D. es genügt jedoch meist eine kleinere Dosis, etwa $\frac{1}{2}$ E. D. H. Die Milzbestrahlung wird nach frühestens 3 Wochen wiederholt, wenn der Erfolg nach der ersten Bestrahlung ausbleibt. Mehr als 3 Bestrahlungen auf die Milz werden nicht gegeben. Als Filter ist bei beiden Methoden 1 mm Kupfer und darunter $\frac{1}{2}$ mm Aluminium zu nehmen. Die Kombination beider Methoden schien die besten Erfolge zu geben. Nach der Milzbestrahlung wird eine 3 tägige Pause eingeschoben, um den bei den Milzbestrahlungen meist in recht aus-

giebiger Weise auftretenden Röntgenkater, bei dem die intestinalen Störungen, Erbrechen usw. vorwiegen, abklingen zu lassen (zweckmäßig werden Kochsalz und Kalziumgaben, z. B. Ergophor-tabletten X Voltz, schon vor der Bestrahlung zur Abschwächung des Katers gegeben), eine Serie von 7 Thoraxbestrahlungen an 7 aufeinanderfolgenden Tagen angeschlossen und nach 3 Wochen werden diese Bestrahlungen wiederholt.

Es ist zu wünschen, daß die Röntgenbestrahlung des Asthma bronchiale, insbesondere die kombinierte Bestrahlungsmethode, zu größerer Verwendung kommt, denn bis jetzt ist es die schonendste und die am meisten zu Dauererfolgen Aussicht bietende Behandlungsmethode des Asthmas. Dabei ist die Bestrahlung bei Anwendung der oben angegebenen Technik und Dosierung gefahrlos, jedenfalls sind bis jetzt keine Schädigungen bekannt geworden. Während der Bestrahlungen, besonders in den Pausen, können und sollen sogar die übrigen bewährten Behandlungsmethoden, Wasserbehandlung, Atemübungen, Herzkräftigung, systematisch angewendet werden.

Blutkrankheiten.

Von den Blutkrankheiten bieten namentlich die Leukämien ein dankbares Feld für die Röntgenbehandlung. Durch die sonstigen Behandlungsmethoden konnte bisher bei diesen eine wesentliche und längerdauernde Besserung nur selten erzielt werden, während durch die Röntgenstrahlen in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle recht günstige Ergebnisse herbeigeführt wurden. Wenn auch leider eine absolute Heilung der Leukämie bisher noch nicht erreicht wurde, so ist doch die Röntgenbehandlung imstande, das Leben und die Arbeitsfähigkeit bei relativem Wohlbefinden um ein Beträchtliches zu verlängern.

Außer den Leukämien sind wohl sämtliche Erkrankungen des Blutes und der blutbildenden Organe der Strahlenbehandlung unterzogen worden, doch sind nicht alle Blutkrankheiten der Beeinflussung durch die Röntgenstrahlen gleichmäßig zugänglich; neben glänzenden Erfolgen stehen wenigstens bei den bisher angewandten Methoden Mißerfolge; einige Erkrankungen des Blutes reagieren überhaupt nicht auf die Röntgenstrahlen.

Je nachdem es sich darum handelt, eine Überproduktion, eine Wucherung des Blutgewebes zu vernichten oder darum, eine verminderte oder minderwertige Bildung von Blutzellen oder auch eine mangelhafte Zusammensetzung des Serums (Fehlen des Fibrinogens oder Thrombogens) zu verbessern, kommen Röntgenvernichtungsdosen oder Röntgenreizdosen zur therapeutischen Verwendung. Der Anreiz zur Neubildung von Blutzellen und zur vermehrten Bildung von Fibrinogen kann entweder durch eine Reizbestrahlung der blutbildenden Organe oder auf dem Umwege einer Reizung bestimmter innersekretorischer Drüsensysteme erfolgen.

Die Strahlenempfindlichkeit der einzelnen Zellbestandteile des Blutgewebes wie der blutbildenden Organe zeigt erhebliche Verschiedenheiten. Die weißen Blutkörperchen, die Milz und die Lymphdrüsen haben eine sehr hohe, die roten Blutkörperchen und die erythroblastischen Gewebe eine geringe Radiosensibilität. Durch intensive Bestrahlungen, welche die blutbildenden Organe gar nicht unmittelbar zu treffen brauchen, kann ein vollständiger Schwund der weißen Blutkörperchen hervorgerufen werden. Nach langdauernden Bestrah-

lungen irgendeiner Körperregion tritt vor der Leukopenie eine kurzdauernde stärkere Vermehrung der Leukozyten ein (*poussée leucocytaire*). Durch intensive Strahlenapplikation am isolierten Kaninchenohr wird eine erhebliche Leukozytose bei gleichzeitiger Lymphopenie hervorgerufen, woraus die Schlußfolgerung gezogen wurde, daß die infolge der Röntgenschädigung der Lymphozyten auftretenden Zerfallsprodukte dieser Blutzellen eine Reizung der leukozytenbildenden Organe herbeizuführen imstande sind, und daß die Lymphopenie ein Zeichen der Blutschädigung, die Leukopenie dagegen ein Zeichen der Schädigung der blutbildenden Organe ist (Benjamin, von Reuß Sluka, Schwarz, Herzog).

Die Entstehung eines Leukotoxins aus den zerfallenden, röntgengeschädigten weißen Blutkörperchen, das je nach der Größe des zerstörenden Einflusses in mehr oder minder hohem Maße im Blute sich bildet und im Organismus entweder Reiz- oder Lähmungserscheinungen hervorbringt, ist nach vielen experimentellen Untersuchungen (Linser und Helber, Curschmann und Gaupp, Behm) mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen. Die Fernwirkung von intensiven Bestrahlungen auf oft weit vom Strahleneinfallsherd abliegende blutbildende und auch andere Organe läßt sich durch die Annahme der Bildung von Leukotoxin zwanglos erklären.

Eine deutliche Schädigung der Erythrozyten tritt erst nach hohen Strahlendosen und nach einer gewissen Latenzzeit ein. Sie äußert sich im Auftreten der Eisenreaktion im Harn und in einem in den ersten Tagen nach der Bestrahlung auftretenden erhöhten Hämoglobingehalt des Blutes bei gleichzeitiger Verminderung der Anzahl der roten Blutkörperchen (Seitz und Wintz). Durch Reizdosen auf das erythroblastische Gewebe wird eine Vermehrung der roten Blutkörperchen herbeigeführt, die gleiche Beobachtung wurde auch bei Allgemeinbestrahlungen mit kleinen Dosen gemacht.

Die Einwirkungen der Röntgenstrahlen auf das Blutserum sind mannigfacher Art. Die Blutgerinnungszeit wurde durch Röntgenbestrahlungen, auch wenn die Milz nicht unmittelbar getroffen wurde, meist beschleunigt gefunden. Der Fibrinogengehalt des Serums ist erhöht. Die Immunstoffe im Blute wurden bei kleinen Dosen vermehrt, bei sehr großen Dosen vermindert beobachtet. Ich konnte bei 1913 ausgeführten Versuchen an Meerschweinchen nach Dosen von etwa $\frac{1}{10}$ H. E. D. eine wesentliche Erhöhung des Agglutinationstiters gegenüber einem kleinen *Staphylococcus ruber* feststellen. Die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen nach Bestrahlungen nimmt zu, das Blutcholestearin ist nach den jüngsten Untersuchungen von Strauß, die mittels einer neuen exakten Methode der Cholestearinbestimmung im Blut ausgeführt wurden, vermindert gefunden, während frühere Untersucher eine Erhöhung des Cholestearingehaltes angaben. Der antitryptische Titer und der Serumeiweißgehalt des Blutes ist nach den Beobachtungen von Zacherl und Mahnert erhöht. Das Kohlensäurebindungsvermögen des Blutes ist herabgesetzt, da eine leichte Azidose nach längeren Bestrahlungen auftritt. Häufig wurde auch eine Hyperglykämie nach starken Strahlendosen nachgewiesen.

Diese knappe Übersicht über die Einwirkungen der Röntgenstrahlen auf das Blutgewebe zeigt, wie viele Faktoren bei der Röntgenbehandlung der Blutkrankheiten zu beachten sind, wenn therapeutische Mißerfolge und Irrtümer vermieden werden sollen.

Röntgenbehandlung der Leukämien.

Bei den Leukämien handelt es sich um eine Wucherung aller an der Blutbildung im Organismus beteiligten Gewebe, aus denen hemmungslos ausgereifte und unausgereifte, embryonalen Charakter tragende Blutkörperchen in das Blut abgestoßen werden. Im Vordergrund stehen die Veränderungen der weißen Blutkörperchen, doch sind mit ziemlicher Regelmäßigkeit auch pathologische Formen der roten Blutkörperchen aufzufinden. Man unterscheidet akute und chronische, myeloische und lymphatische Leukämien.

Bei der chronischen myeloischen Leukämie, der am häufigsten vorkommenden Form, ist neben der enorm vergrößerten Milz regelmäßig eine Veränderung des Knochengewebes zu finden; eine Schwellung der Lymphdrüsen tritt in der Regel erst in späteren Stadien des Krankheitsverlaufes auf. Im Blute finden sich neben reifen Leukozyten als charakteristische pathologische Form die Myelozyten in großer Anzahl, sowie unreife und pathologisch veränderte rote Blutkörperchen. Das gemeinsame Muttergewebe der pathologischen Blutzellen ist das Knochenmark. Die Lymphozyten sind in Zahl und Form wenig verändert.

Bei der chronischen lymphatischen Leukämie sind alle Organe mit lymphatischen Bau in Wucherung begriffen, insbesondere die Lymphdrüsen, die vielfach zu Tumoren von beträchtlicher Größe anschwellen. Die Milz und die Leber sind stets vergrößert, doch sind sie in der Regel weit kleiner als bei der myeloiden Leukämie. Im Urin wird bisweilen der Bence-Jonessche Eiweißkörper gefunden. Im Blut sind die Lymphozyten enorm vermehrt, die Leukozyten von normaler Zahl. Jugendformen der roten Blutkörperchen werden häufig beobachtet.

Die akuten Leukämien unterscheiden sich von den chronischen im wesentlichen nur durch den stürmischen, mit hohem Fieber einhergehenden Verlauf, der vielfach zu Verwechslungen mit akuten Infektionskrankheiten, wie Sepsis, Typhus und Miliartuberkulose, Anlaß gibt. Diese Fälle der Röntgentherapie zu unterziehen, wäre ein therapeutischer Fehler, da bei diesen Fällen nach der Anwendung von Röntgenstrahlen bisher nur Verschlimmerungen gesehen wurden.

Die Röntgenbehandlung der Leukämie muß, um therapeutische Irrtümer zu vermeiden, unter ständiger sorgfältiger Kontrolle des Blutbildes durchgeführt werden, und zwar muß die Kontrolle des Blutbildes sich sowohl auf die qualitativen als die quantitativen Veränderungen erstrecken. Große Leukozytenstürze sind auf alle Fälle zu vermeiden. Das Ziel der Röntgenbestrahlungen ist, das gewucherte blutbildende Gewebe soweit zu reduzieren, daß es wieder zur regulären Bildung und Ausstoßung von reifen Blutkörperchen kommt, und außerdem die in abnormer Anzahl schon im Blut kreisenden weißen Blutkörperchen auf eine annähernd normale Zahl zu bringen.

Infolge der hohen Sensibilität der blutbildenden Organe tritt ein Erfolg der Strahlentherapie meist rasch zutage. Die Anzahl der weißen Blutkörperchen vermindert sich schon nach der ersten Serie von Bestrahlungen in der Regel sehr erheblich. Die Myelozyten können für eine Zeitlang vollständig aus dem Blute verschwinden, die Lymphozyten gehen jedoch nie so weit zurück, daß nicht ein krankhafter Prozentsatz gegenüber den Leukozyten bestehen

bleibt. Die Bestrahlung der myeloischen Leukämie sucht ihren Angriffspunkt vor allem in der Milz, welche von 3 Seiten unter Schwermetallfilter mit je etwa $\frac{1}{4}$ H. E. D. beschickt wird. Nach der Bestrahlung jeder Milzfläche wird ein Tag Pause eingeschaltet. Sodann werden diejenigen Lymphdrüsen, welche eine Schwellung erkennen lassen, mit der gleichen Dosis bestrahlt. Die Knochenbestrahlung (ca. $\frac{1}{3}$ H. E. D.) und die Leberbestrahlung, welche letztere nach Herzog häufig unangenehmen Röntgenkater im Gefolge hat, kann dann angeschlossen werden, jedoch werden die Knochen- und Leberbestrahlungen von der Riederschen Schule für unnötig gehalten.

Höhere Dosen als die soeben angegebenen anzuwenden, ist ein therapeutischer Irrtum, da nach diesen infolge des zu raschen Zerfalls der weißen Blutkörperchen Intoxikationserscheinungen schwerer Natur auftreten können. Es ist zu empfehlen, nach jeder Bestrahlungsserie etwa 2—3 Wochen zu warten, da noch eine Reihe von Tagen nach den Bestrahlungen als Nachwirkung ein weiteres Absinken der Leukozytenwerte eintreten kann. Wenn das Blutbild mehrere Tage lang stabil gefunden wurde, so sind plötzliche Leukozytenstürze durch die nächste Bestrahlung nicht zu erwarten.

Die Dauer der Röntgenbehandlung ist vom weißen Blutbild abhängig. Nach 4—5 Bestrahlungsserien kann man bei der myeloischen Leukämie auf ein befriedigendes Blutbild rechnen und es kann dann etwa $\frac{1}{2}$ Jahr bis zur nächsten Bestrahlung gewartet werden. Leider ist bisher eine vollständige Heilung der myeloischen Leukämie durch die Röntgenbestrahlung nicht zu erzielen gewesen — nur eine mehr oder weniger lange Zeit anhaltende Besserung. Rieder hat durch regelmäßige Röntgenbestrahlungen einen Fall seit 14 Jahren gehalten, doch sind das Seltenheiten. Meist tritt nach einigen Serien eine Art von Gewöhnung an die Röntgenstrahlen (Herzog) ein, und dann läßt sich der Krankheitsprozeß nicht mehr eindämmen.

Bei der lymphatischen Leukämie werden vor allem die Lymphdrüsenumoren der Strahlenwirkung ausgesetzt, bei denen etwas höhere Dosen in Anwendung kommen können, etwa $\frac{1}{3}$ H. D. E., während natürlich Leber, Milz und Thymus nicht mehr als $\frac{1}{4}$ H. E. D. erhalten dürfen. Eine Bestrahlungsserie umfaßt sämtliche Lymphdrüsenumoren, die Milz, Leber und den Thymus. Die dauernde Kontrolle des Blutbildes ist auch bei der Lymphämie selbstverständlich. Die Lymphdrüsenbestrahlung allein ist ohne durchgreifenden Erfolg, es müssen besonders Milz und Thymus unbedingt der Strahlenwirkung unterworfen werden. Ein Erfolg tritt bisweilen erst nach 10—12 Wiederholungen der Bestrahlungsserien ein. Die Dauer der Erfolge ist bei der lymphatischen Leukämie im allgemeinen etwas größer als bei der myeloischen Leukämie, doch kann leider auch hier ein dauernder Erfolg nicht erzielt werden.

Bei frühzeitig erkannten Leukämien ergibt die Strahlenbehandlung naturgemäß die besten Resultate, aber auch bei schon weiter vorgeschrittenen Erkrankungen kann oft eine ganz bedeutende Besserung erzielt werden. Um Mißerfolge zu vermeiden, muß beachtet werden, daß, je weiter der leukämische Krankheitsprozeß vorgeschritten ist, eine um so vorsichtiger Dosierung stattfinden muß, besonders bei fiebernden Leukämikern muß mit $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{12}$ H. E. D. begonnen werden.

Nierenerkrankungen bilden eine Kontraindikation (Herzog) bei der Bestrahlung der Leukämie. Treten Myeloblasten in größerer Anzahl auf und er-

hört sich das Fieber unmittelbar im Anschluß an die Bestrahlungen (Anaphylaxie gegenüber dem durch den Zerfall der weißen Blutkörperchen entstehenden Leukotoxin), so müssen die Bestrahlungen unterbrochen werden. Niedriges Fieber, Pleuritis und sonstige leichte Komplikationen der Leukämie bilden keine Kontraindikation.

Vor höheren Strahlendosen als den angegebenen ist zu warnen, da mehrfach Fälle beobachtet wurden, bei denen im Anschluß an eine zu starke Bestrahlung eine chronische Leukämie in eine akute verwandelt wurde.

Die akute Leukämie ist der Strahlentherapie nicht zu unterwerfen, da der stets ungünstige Ausgang dieser Erkrankung unter dem Einfluß der Röntgenstrahlen beschleunigt wird.

Pseudoleukämien.

Die aleukämische Pseudoleukämie ist gekennzeichnet durch eine im gleichen Umfange wie bei den echten Leukämien auftretende Vergrößerung aller blutbildenden Organe, insbesondere der Lymphdrüsen. Die absoluten Zahlen der weißen Blutkörperchen bleiben unverändert, ein relatives Überwiegen der Lymphozyten wird in der Regel angetroffen. Die Pseudoleukämie kann in eine echte Leukämie übergehen.

Die Röntgenstrahlen sprechen bei den Pseudoleukämien weniger gut an wie bei den Leukämien. Trotzdem dürfen nur Dosen von etwa gleicher Größe, wie sie bei der echten lymphatischen Leukämie angegeben wurden, zur Anwendung kommen, da es bei Überdosierungen zu einer Verschlimmerung der Erkrankung und zu einer Umwandlung der Pseudoleukämie in eine echte Leukämie kommen kann. Um einen ausreichenden Effekt zu erzielen, müssen die Bestrahlungserien mit kleinen Dosen genügend oft wiederholt werden. Das Blutbild ist einer regelmäßigen Kontrolle zu unterziehen.

Die Röntgenbehandlung der tuberkulösen Lymphome wurde bereits früher besprochen.

Die Hodgkinsche Krankheit (Lymphogranulom) ist gekennzeichnet durch eine anfänglich gruppenweise auftretende, entzündliche Erkrankung des lymphatischen Gewebes, die sich allmählich über das gesamte lymphatische System ausbreitet (Domarus). Die Drüsenanschwellungen können sich spontan verkleinern und so eine Besserung vortäuschen. Häufig treten die Lymphogranulome auch an Stellen auf, an denen Lymphdrüsenanschwellungen gewöhnlich nicht beobachtet werden, so z. B. in den Zwischenrippenräumen und an den vorderen Rippenenden. Milz und Leber sind in der Regel vergrößert, bisweilen sogar in erheblichem Maße. Das bei allen Fällen bestehende Fieber ist unregelmäßig und kann in den Zeiten des Rückganges der Lymphogranulome soweit absinken, daß nur kleine Erhebungen der Morgentemperatur vorhanden sind. Pruritus und Diarrhoen treten oft frühzeitig auf. Die Diazoreaktion ist meist positiv, Eiweiß ist häufig im Harn nachweisbar. Im Blute wird regelmäßig eine Leukozytose gefunden, die jedoch zahlenmäßig weit hinter dem Befunde bei den echten Leukämien bleibt.

Die Röntgenbehandlung bietet meist gute Aussichten, für eine Zeitlang die sonst unheilbare Erkrankung zurückzudämmen. Es sind eine Reihe von Fällen bekannt geworden, die jahrelang (14 Jahre beim Fall von Schiffner) gehalten wurden mittels Röntgenbehandlung. Die Röntgenbehandlung hat zum Ziel,

das Granulationsgewebe zu vernichten, und da die granulomatösen Gewebe von derberer Konsistenz sind als die myeloischen oder lymphatischen Wucherungen bei den Leukämien, so müssen höhere Dosen als bei den Leukämien in Anwendung gebracht werden. Es werden etwa $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ H. E. D. auf jedes Feld gegeben. Höhere Dosen als $\frac{1}{2}$ H. E. D. sollen vermieden werden, da nach diesen akute Ödeme in den bestrahlten Lymphogranulomen auftreten können, welche durch Druck auf die Umgebung der geschwellten Granulome Schädigungen ernster Art hervorrufen können. Herzog empfiehlt daher mit Recht, zunächst Probedosens anzuwenden, die noch erheblich unter $\frac{1}{3}$ H. E. D. liegen, und dann etwa 8 Tage abzuwarten, ob Ödeme auftreten. Zweckmäßig werden an einem Tage mehrere (3—4) Felder bestrahlt, nach einem Tage Pause wieder 3—4 Felder, bis alle Lymphome getroffen wurden. Es ist zu vermeiden, die Wiederholung der Bestrahlungsserie vor 5—6 Wochen vorzunehmen, da eine Summierung der Röntgenstrahlen und somit erhöhte Ödemgefahr eintreten kann. Wie viele Serien beim einzelnen Krankheitsfall zur Anwendung kommen, hängt von dem Erfolge der Röntgenstrahleneinwirkung ab. Bei akuten Formen der Hodgkinschen Krankheit mit dauernd hohem Fieber ist die Röntgenbehandlung meist ohne wesentliche Einwirkung auf den Verlauf. Abzuraten ist von der Bestrahlung bei gleichzeitigen akuten oder subakuten Nierenerkrankungen.

Polyzythämie.

Das Wesen dieser Erkrankung besteht in einer erhöhten Bildung von roten Blutkörperchen im Knochenmark; aber auch außerhalb der Knochen wurden vereinzelte versprengte, lebhafte Tätigkeit aufweisende Herde von erythroblastischem Gewebe gefunden. Die roten Blutkörperchen sind stark vermehrt, bis zu 11 und 12 Millionen in 1 cmm. An pathologischen Formen werden polychromatophile und kernhaltige Erythrozyten ziemlich regelmäßig angetroffen. Die Anzahl der Leukozyten ist häufig vermehrt, die der Lymphozyten vermindert. Der Blutdruck ist meist erhöht. Milz und Leber sind mäßig vergrößert. Die Kranken fallen sofort auf durch den hochroten Kopf und durch die dunkelrote Verfärbung der Schleimhäute. Blutungen in die Schleimhäute, besonders in die Darmschleimhaut, in die Haut und in das Gehirn sind namentlich im weiteren Verlaufe der Polyzythämie häufige Ereignisse.

Die Röntgenbestrahlung der Polyzythämie hat zum Ziel, das gewucherte und im Produktionsreizzustand befindliche erythroblastische Gewebe zu zerstören und einem gesunden Gewebe mit normaler Produktion Platz zu schaffen. Es werden sämtliche Knochen mit Ausnahme der Schädelknochen bestrahlt, außerdem die Milz. Die Knochen werden mit hohen Dosen, 100% H. E. D. am Orte der Wirkung bestrahlt, ausgenommen das Brustbein, welches nicht mehr als 70% H. E. D. erhalten darf. Die Milz wird etwa mit $\frac{1}{3}$ H. E. D. beschickt. Zweckmäßig teilt man sich etwa 12—16 Bestrahlungsfelder ein und bestrahlt z. B. Milz, Brustbein und beide Oberarmknochen an einem Tage, nach 3—4 Tagen Pause beide Beckenknochen und beide Oberschenkelknochen usw. Um therapeutische Irrtümer zu vermeiden, ist nach jeder Bestrahlung eine sofortige Leukozytenzählung vorzunehmen, denn ein stärkerer Leukozytensturz muß auf jeden Fall vermieden werden. Nach einem erheblichen Absinken der Leukozytenwerte muß erst die Regeneration der weißen Blutkörperchen abgewartet werden, die meist in 3—4 Wochen, oft früher, eingetreten ist.

Die Erfolge der Röntgenbehandlung der Polyzythämie sind sehr gute und, soweit es sich bis jetzt übersehen läßt, auch von längerer Dauer. Die Besserung des Blutbefundes tritt gewöhnlich rasch zutage, bisweilen allerdings erst wochenlang nach Ablauf der ersten Bestrahlungsserie. Es muß daher angeraten werden, immer 5—6 Wochen zu warten, bis eine neue Bestrahlungsserie eingeleitet wird, um sicherzugehen, daß in der Zwischenzeit eine Stabilisierung des Blutbildes eingetreten ist.

Morbus Basedowii.

Die insbesondere mit den Röntgenstrahlen gemachten therapeutischen Erfahrungen und die klinischen Beobachtungen der letzten Jahre lassen es zweckmäßig erscheinen, den Begriff des Morbus Basedowii weiter zu fassen als bisher und außer dem durch die klassischen Symptome, Kropf, Glotzaugen, Pulsbeschleunigung und Tremor bestimmten Krankheitsbild auch die als Thyreosen, Thyreotoxikosen, Dysthyreosen und Hyperthyreosen oder auch als Basedowide und *Formes frustes* des Morbus Basedowii bezeichneten Erkrankungen unter der gemeinsamen Bezeichnung Morbus Basedowii zusammenzufassen und die von dem klassischen Morbus Basedowii abweichenden, jedoch ebenfalls auf eine erhöhte Inkretion der Schilddrüse zurückzuführenden Krankheitsbilder durch ein ihre charakteristischen Merkmale treffendes Beiwort zu kennzeichnen. Ich schlug folgende Einteilung vor:

Der klassische Morbus Basedowii (akute und chronische Form) mit der Trias Kropf, Glotzaugen und Pulsbeschleunigung sowie dem Tremor.

Das Basedowkropfherz (Kraus), bei dem die Herzbeschwerden und vasomotorischen Störungen im Vordergrund stehen, Kropf, Tremor und Augenerscheinungen mehr in den Hintergrund treten.

Die Basedowneurose (Stern), die Basedowasthenie (Langelaan, Stiller), bei denen neurasthenische und psychische Reizzustände, Schweiße, nervöse Durchfälle und Tremor gegenüber den Herzbeschwerden, den Augenerscheinungen bei gewöhnlich kleiner Struma hervorstechen.

Der thymogene Morbus Basedowii, dessen Kennzeichen ein ausgeprägter Status thymolymphaticus ist, bei dem also Thymusvergrößerung, Schwellung der Lymphdrüsen, der Zungenrundfollikel und der Milz, ferner Lymphozytose und Engigkeit des Gefäßsystems nachweisbar sind.

Allen Basedowerkrankungen gemeinsam ist eine Überfunktion der Schilddrüse, welche eine vermehrte Kolloidausschüttung zur Folge hat, wodurch die Stoffwechselüberstürzung, die Übererregbarkeit des Nervensystems und bestimmte Veränderungen in den willkürlichen Muskeln hervorgerufen werden. Wie der Mechanismus der vermehrten Kolloidausschüttung vor sich geht, ist noch nicht geklärt, jedenfalls können wir zur Zeit annehmen, daß einerseits die Bildung von Jodthyreoglobulin erhöht ist, andererseits die Speicherkapazität der Schilddrüse für dieses Produkt vermindert ist. Es ist bei den innigen Wechselbeziehungen, welche die Drüsen mit innerer Sekretion zueinander haben, selbstverständlich, daß eine Störung der inneren Sekretion der Thyreoidea die Tätigkeit der anderen innersekretorischen Drüsen in Mitleidenschaft ziehen muß, so daß der Morbus Basedowii mit Recht eine pluriglanduläre Erkrankung genannt werden kann. Jedoch sind mit seltenen Ausnahmen, in denen der Thymus die ausschlaggebende Rolle spielt, stets die Störungen der Schilddrüse beim Morbus Basedowii ausschlaggebend und vorwiegend. Für die Röntgen-

behandlung des Morbus Basedowii bedeutet diese Tatsache, daß der Angriffspunkt der Strahlen in der größten Mehrzahl der Fälle, ausgenommen ist nur, wie schon gesagt, der seltene thymogene Morbus Basedowii, die Schilddrüse sein muß.

Das Ziel der Röntgenbehandlung ist, die übermäßige Produktion von Thyroglobulin auf ein normales Maß zurückzuführen und dadurch den Circulus vitiosus zwischen den innersekretorischen Drüsen zu unterbrechen, der beim Morbus Basedowii entsteht, weil die erhöhte Sekretion der Thyreoidea, sei es direkt, sei es indirekt, auf dem Wege über das autonome oder sympathische Nervensystem einen Reiz auf die Funktion der übrigen Drüsen mit innerer Sekretion ausübt, deren Sekrete wiederum einen pathologischen Anreiz auf die Thyreoidealfunktion ausüben. Die Röntgenbehandlung will eine Umstimmung der Schilddrüsenfunktion erreichen, wobei gleichzeitig eine Rückbildung der Epithelproliferationen in der Struma und der von Simmonds in 75% der Basedowfälle gefundenen Wucherungen des lymphatischen Gewebes angestrebt wird. Es wäre ein therapeutischer Irrtum, eine Zerstörung oder dauernde Funktionslähmung der kolloidliefernden Epithelzellen der Schilddrüse erreichen zu wollen, da die Beobachtung gemacht wurde, daß nach zu starken Bestrahlungen ein Morbus Basedowii in Myxödem umschlug.

Die Frage, welche Fälle von Morbus Basedowii der Operation, welche der Strahlenbehandlung zugeführt werden sollen, faßte ich im Lehrbuch der Röntgenbehandlung innerer Krankheiten in folgende Sätze zusammen: Alle unkomplizierten Fälle von Morbus Basedowii, von Basedowkropfherz (Kraus), von Basedowneurose und von thymogenem Basedow sind der Strahlentherapie bei gleichzeitiger Anwendung der übrigen konservativen Methoden zuzuführen. Erst nach deren Versagen ist die Operation anzuraten. Basedowkranke mit Stenoseerscheinungen seitens der Thyreoidea oder des Thymus oder mit längerer Zeit bestehender großer, knolliger Struma sind ohne vorherige Bestrahlung der chirurgischen Behandlung zu unterziehen. Eine Gegenindikation zur Röntgenbehandlung des Morbus Basedowii bildet ausgedehnte oder mit Zerfallserscheinungen einhergehende gleichzeitige Lungentuberkulose, da die Röntgendosen, welche beim Morbus Basedowii angewendet werden müssen, höher sind als die der tuberkulösen Lunge zuträglichen Dosen und infolgedessen der Lungenprozeß ungünstig beeinflußt werden kann.

Die Röntgenbestrahlung des Morbus Basedowii erfolgt in kleinen Dosen von etwa $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{8}$ H. E. D. unter 3-mm-Aluminiumfilter. In jeder Sitzung können 3 Felder bestrahlt werden, je 1 Feld auf die beiden Seitenlappen und 1 Feld auf den Mittellappen und auf den Thymus. Nach etwa 8 Tagen wird diese Bestrahlung in gleicher Dosis wiederholt. Nach etwa 4—6 Bestrahlungen, die jedesmal 3 Felder umfaßt, ist eine Serie abgeschlossen. Eine Besserung des Krankheitszustandes läßt sich meist schon nach 3 Bestrahlungen erkennen. Gewöhnlich läßt sich zuerst ein Nachlassen der Tachykardien und der allgemeinen Körperunruhe beobachten; für den Kranken bedeutet dies die größte Erleichterung. Im weiteren Verlaufe der Behandlung gehen dann die anderen Erscheinungen, die Stoffwechselüberstürzungen, die Schweiße, die Durchfälle usw. zurück. Der Exophthalmus und die Schilddrüsenanschwellung sind meist nur in geringem Grade beeinflussbar; nur in wenigen Fällen wird von einem vollständigen Rückgang des Exophthalmus berichtet.

Bei den schweren toxischen Fällen von Basedow sind noch erheblich kleinere Strahlendosen, etwa $\frac{1}{12}$ H. E. D. und darunter, besonders für den Anfang anzuraten, da nach größeren Dosen eine Überschwemmung des Organismus mit Thyreoglobulin nach der Bestrahlung eintreten und zu ernststen Schädigungen Anlaß geben kann. Die seltenen Todesfälle, welche auf Röntgenbestrahlungen zurückgeführt werden können, sind zweifellos infolge von Überdosierungen bei Kranken mit schwereren Herzmuskelveränderungen eingetreten, bei denen das Herz den Anforderungen, die durch die plötzliche Ausschwemmung des Thyreoidins gestellt wurden, nicht gewachsen war. Auch eine zu rasche Aufeinanderfolge der Bestrahlungen muß bei den schweren Basedowfällen vermieden werden.

Die Röntgenbehandlung des Morbus Basedowii weist etwa 80% Erfolge auf, einzelne Autoren geben sogar 100% an. Weshalb eine Reihe von oft leichten Basedowkrankungen auf die Röntgenbestrahlungen nicht ansprechen, ist nicht klar, und es läßt sich leider auch nicht vorausbestimmen, welche Fälle sich nicht für die Bestrahlung eignen. Die günstigsten und raschesten Resultate schien mir das Basedowkropfherz (Kraus) zu geben.

Gleichzeitig mit und neben der Röntgenbehandlung, die ambulant durchgeführt werden kann, setzt die allgemeine internistische Behandlung des Morbus Basedowii ein, die vor allem in Ruhekur und Ernährungsregelung besteht.

Die Kost soll sich mehr auf Eiweiß und Fette als auf Kohlenhydrate stützen, wegen der Neigung der Basedowkranken zu Glykosurien. Außerdem erweist sich eine Kochsalzeinschränkung als vorteilhaft; an Stelle des Kochsalzes wird Natr. phosphoricum und Calcium glycerinophosphoricum gegeben.

Die Verwendung von Digitaliskörpern hat nur dann Nutzen, wenn myokarditische Erscheinungen aufgetreten sind, während sie bei den reinen Tachykardien nutzlos, ja schädlich ist. Zur Dämpfung der Tachykardien bewährten sich Chinin, Chinidin, kleine Bromgaben und Belladonna. Um eine Dämpfung der Stoffwechselüberstürzung herbeizuführen, empfiehlt es sich, längere Zeit hindurch Arsenpräparate zu geben.

Die Röntgenbestrahlung ist nach dem jetzigen Stande der Erfahrungen die aussichtsreichste und schonendste Behandlung des Morbus Basedowii und sie sollte stets vor der Operation, der noch immer 5—15% Mortalität anhaften, zur Anwendung kommen.

Hypophysengeschwülste.

Die Krankheitsbilder, welche durch Hypophysengeschwülste hervorgerufen werden, sind je nach der Entstehung im Vorder-, Mittel- oder Hinterlappen der Hypophyse durchaus verschieden. Die aus eosinophilen Hauptzellen aufgebauten adenomatösen Geschwülste des Vorderlappens gehen mit einer Hyperfunktion des Hypophysenvorderlappens einher und werden regelmäßig bei der Akromegalie angetroffen.

Die im oder am Hypophysenmittellappen entstandenen Geschwülste bewirken durch Zerstörung oder auch durch Druck eine Unterfunktion der drüsigen Elemente des Mittellappens, welche die physiologisch wohlcharakterisierten, wirksamen Bestandteile der Hypophysenextrakte liefern. Durch Druck auf das Infundibulum kann der Sekretabfluß vom Mittellappen nach dem III. Hirnventrikel unterbunden und dadurch der Mittellappen außer Funktion gesetzt werden. Die Geschwülste, welche am oder im Mittellappen gefunden wurden, sind

aus basophilen Zellen aufgebaute Adenome, Adenokarzinome, Sarkome oder Plattenepithelkarzinome; auch Zysten und Gliome wurden festgestellt.

Die Unterfunktion oder Zerstörung des Hypophysenmittellappens führt im jugendlichen Alter zu Infantilismus und Zwergwuchs, bei älteren Personen entsteht das Krankheitsbild der *Dystrophia adiposogenitalis*. Ob der Diabetes insipidus eine Folge der Über- oder Unterfunktion des Hypophysenmittellappens ist, konnte noch nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Eine Reihe von pathologisch-anatomischen Befunden sprechen für die Annahme einer Unterfunktion, wofür auch die wiederholt beobachteten Fälle mit gleichzeitiger Akromegalie angeführt werden können, da der Vorderlappentumor durch Ausübung eines Druckes auf den Mittellappen diesen außer Tätigkeit zu setzen imstande ist.

Die Röntgenbehandlung der Akromegalie hat eine Einengung der Hyperfunktion der eosinophilen Hauptzellen und den Rückgang der Geschwulst zum Ziel. Nach den bisher vorliegenden, in der Literatur niedergelegten und eigenen Erfahrungen besitzen die Adenome des Hypophysenvorderlappens eine relativ große Radiosensibilität, die wohl der des Sarkoms oder Fibrosarkoms gleichgesetzt werden kann, so daß man mit etwa $\frac{2}{3}$ H.E.D. am Orte der Wirkung den gewünschten Erfolg erzielen kann. Bei der Mehrzahl der Fälle von Akromegalie sind wir in der glücklichen Lage, die Wirksamkeit der Röntgenstrahlen sicher verfolgen zu können, da die Erweiterung der in den meisten Fällen vorhandenen bitemporalen Gesichtsfeldeinengungen, welche infolge des kranial gerichteten Druckes der Hypophysengeschwulst auf den N. opticus entsteht, ein sicheres Kriterium für die richtige Anwendung und Wirkung der Röntgenstrahlen gibt.

Die Technik der Röntgenbehandlung ist einfach: In Abständen von 6—8 Tagen werden von den Schläfen, von der Stirn und vom Scheitel aus je 2 Felder von etwa 25 qcm Größe mit $\frac{3}{4}$ H.E.D. beschickt. Vorher geht zweckmäßig eine Probedosis von etwa $\frac{1}{3}$ H.E.D., um die Schwere der bei den einzelnen Fällen durchaus verschieden auftretenden, an sich harmlosen Hirndruckerscheinungen (Schwindel, Übelkeit, Erbrechen, Kopfschmerz) festzustellen. Nach einer Pause von 4—6 Wochen wird die Bestrahlungsserie wiederholt. Nach Bestrahlung mit höheren Dosen wurde neben schweren Hirnsymptomen eine starke Blutdrucksenkung und eine langanhaltende Verminderung der Körperkräfte beobachtet. Deshalb muß vor zu großen Dosen gewarnt werden. Die Erfolge der Röntgenbestrahlungen sind zum Teil ganz überraschende, die Sehkraft stellt sich etwa bei $\frac{3}{4}$ der Fälle so weit wieder ein, daß der Beruf wieder aufgenommen werden kann. Der Riesenwuchs geht in bemerkenswerter Weise nur an Zunge und Nase zurück, weniger an den Extremitäten.

Solange nicht die Mortalität der Hypophysenoperationen unter die jetzige Ziffer von 30% herabgedrückt werden kann, muß es als ein therapeutischer Fehler angesehen werden, wenn nicht jeder Fall von Akromegalie zuerst der Röntgenbehandlung zugeführt und erst nach deren Versagen die Operation ausgeführt wird.

Die Röntgenbehandlung der *Dystrophia adiposogenitalis* hat die Zerstörung des in dem Hypophysenmittellappen entstandenen oder die Hypophyse bedrängenden Tumors zum Ziele. Deshalb müssen hohe Dosen zur Anwendung kommen, besonders da wir ja nur in den seltenen Fällen, bei denen eine Probeexzision oder Operation vorausging, wissen, welche Tumorart vorliegt, und uns deshalb auf das Karzinom einstellen müssen. Es werden daher 100—120% H.E.D.

am Ort der Wirkung von verschiedenen, oben bezeichneten Einfallspforten gegeben, und diese Dosis ist in etwa 6 Wochen zu wiederholen. Eine Röntgenverletzung der Großhirnzellen und Bahnen ist nicht zu befürchten; die meist unangenehmen, aber nicht nachhaltigen Hirndruckerscheinungen müssen in Kauf genommen werden. Von mehreren Seiten wurden befriedigende Erfolge mitgeteilt. Wenn beim Diabetes insipidus ein Tumor der Hypophyse nachgewiesen werden kann, so darf die Röntgenbestrahlung mit hohen Dosen zur Anwendung kommen, wenn nicht eine Akromegalie mit dem Diabetes insipidus vergesellschaftet ist. In diesem Falle wäre es ein therapeutischer Fehler, wie oben angeführt wurde, höhere Dosen anzuwenden als die für die Akromegalie angegebenen von $\frac{2}{3}$ H. E. D. am Orte der Wirkung.

Thymus.

Bei den akuten und chronischen Fällen von Thymushyperplasie, welche zum Asthma thymicum und zu lebensbedrohenden Erstickungsanfällen führen können, vermögen die Röntgenstrahlen rasche und dauernde Hilfe zu bringen. Da die Bestrahlung bei sachlich richtiger Anwendung ungefährlich ist, so sollte sie unbedingt vor der Operation, die zwischen 30 und 40% Mortalität aufweist, zur Anwendung kommen.

Der Thymus ist sehr radiosensibel, infolgedessen genügen relativ kleine Dosen, etwa $\frac{1}{2}$ H. E. D. auf der Haut gemessen, um eine Verkleinerung der Drüse zu erreichen. Die Schrumpfung der Drüse beginnt schon etwa 3—4 Stunden nach der Bestrahlung und nach wenigen Tagen geht ihr Umfang auf etwa 90% ihres anfänglichen Umfanges zurück. Bei dieser Dosis bleibt die Regenerationsfähigkeit des Thymus erhalten. Diese geht rasch vor sich und etwa ein Monat nach der Bestrahlung sind außer einem etwa $\frac{1}{4}$ betragenden Gewichtsverlust keine Veränderungen, auch nicht im histologischen Aufbau der Drüse, nachweisbar.

Bei der akuten, das Leben bedrohenden Thymushyperplasie wird mit 3 Feldern, 1 Feld von vorn, 2 Felder vom Rücken aus, bestrahlt und von jedem Feld aus etwa $\frac{1}{3}$ H. E. D. gegeben.

Nach 3 Wochen wird eine Nachbestrahlung, wenn noch eine Vergrößerung des Thymus nachweisbar ist, vorgenommen, die in der Regel nur ein Feld von vorn benötigt. Da kurz nach der Bestrahlung bei den akuten Fällen von Thymushyperplasie eine vorübergehende weitere Schwellung des Thymus auftreten kann, so ist es zweckmäßig, eine Intubation vorzubereiten. Bei den subakuten und chronischen Krankheitsfällen genügt meist $\frac{1}{4}$ H. E. D. auf jedes Feld und die Wiederholung der Bestrahlung in 2—4 Wochen.

Höhere Dosen als die angegebenen zu verabreichen, wäre als therapeutischer Fehler anzusehen, da der Thymus dann vollständig schrumpfen könnte, wodurch die bekannten Ausfallserscheinungen, der Rachitis ähnelnde Wachstumsstörungen, bei den Kindern auftreten würden.

Nervenkrankheiten.

Die schmerzstillende Wirkung der Röntgenstrahlen wurde frühzeitig erkannt und infolgedessen konnte schon bald nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen Gocht (1897) über den guten Erfolg der Röntgenstrahlenbehandlung

einer Trigeminusneuralgie berichten. Seitdem wurden die Röntgenstrahlen in steigendem Maße bei den Neuralgien verwendet. Eine ausreichende Erklärung der Wirkungsweise der Strahlen konnte bislang nicht gefunden werden. Wir wissen nur, daß die Nerven sehr widerstandsfähig gegenüber den Röntgenstrahlen sind und daß Veränderungen auch im Zentralnervensystem nur nach exorbitant hohen, für die Therapie gar nicht in Frage kommenden Dosen beobachtet werden können. So bleibt zunächst nur die Annahme, daß entzündliche Prozesse in den Nervenscheiden durch die Bestrahlungen zum Rückgange gebracht und dadurch die Nervenfaser von einem Drucke befreit werden.

Die Trigeminusneuralgie, wie oft Crux des Arztes, reagiert meist außerordentlich gut auf die Strahlenbehandlung, und es ist zu bedauern, daß die nicht nur von den Röntgenärzten häufig wiederholte Forderung, z. B. auch von Chirurgen wie Wilms, jede Trigeminusneuralgie vor der Operation oder vor der Alkoholinjektion einer Bestrahlungsbehandlung zu unterziehen, noch nicht allgemein durchgedrungen ist.

Die Technik der Röntgenbehandlung der Trigeminusneuralgie ist einfach: Dicht oberhalb des Jochbogens wird ein kleines Feld mit der Richtung auf das Ganglion Gasseri unter Kupfer + Aluminiumfilter mit etwa $\frac{1}{2}$ H.E.D. (auf der Haut gemessen) die Austrittspunkte des Trigemini an der Orbita und am Kinn mit etwa $\frac{1}{3}$ H.E.D. bestrahlt. Eine Wiederholung der Bestrahlung wird nach 2—3 Wochen vorgenommen.

Bei der echten Ischias sind die Erfolge der Strahlenbehandlung ebenfalls in einem großen Prozentsatz der Fälle sehr gute. Die Fälle von Ischias infolge Kompression des Nerven durch einen anderen Krankheitsprozeß, welcher der Strahlenbehandlung nicht zugänglich ist, wie Exostosen, Kallusbildung nach Frakturen, oder auch dieluetische Ischias (Strauss) scheiden für die Röntgenbehandlung aus. Bei der Ischias nach Alkoholismus und bei der „gichtischen“ Ischias sah ich doch bisweilen recht erfreuliche Schmerzlinderungen. Die „rheumatische“ Ischias, die echte Neuritis, reagiert am besten und nachhaltigsten auf die Strahlenbehandlung. Da die Entzündungserscheinungen am Ischiadikus sich bis in die Cauda equina erstrecken können, so darf die Bestrahlung nicht auf die Schmerzpunkte beschränkt bleiben, es müssen auch die Wurzeln des Nerven und die Cauda equina mit in den Bereich der Strahlenwirkung einbezogen werden. Das Bestrahlungsfeld ist dann ziemlich groß, nach Strauss vom 3. Lendenwirbel bis zum Steißbein zu wählen. Die Dosen betragen $\frac{1}{2}$ H.E.D. unter Kupfer + Aluminiumfilter. Eine öftere Wiederholung der Bestrahlung nach etwa 3—4 Wochen auch nach halbjähriger Pause ist meist notwendig, da Rezidive häufig beobachtet werden.

In ähnlicher Weise wird bei den Neuralgien des N. brachialis vorgegangen.

Höhere Dosen als die angegebenen anzuwenden, wäre ein therapeutischer Irrtum, da erfahrungsgemäß eine Verbesserung der Wirkung mit den höheren Dosen nicht erzielt wird; man setzt sich nur den Möglichkeiten, Hautschädigungen oder Drüsenschädigungen (Parotis!) hervorzurufen, aus.

Bei den zahlreichen Fällen von Neuromen am Amputationsstumpf, die ich Gelegenheit hatte zu beobachten, bewährten sich die Röntgenstrahlen nicht allein zur Beseitigung der quälenden Schmerzen, auch die häufig im Stumpf anzutreffende Muskelunruhe wurde gebessert. Da die Haut an den Amputationsstümpfen oft mit den Knochen verwachsen ist, und da der Knochen als Sekundär-

strahler wirkt, so ist ganz besondere Vorsicht am Platze. Ich kam meist mit $\frac{1}{5}$ H.E.D. unter 3 mm Aluminium aus und wiederholte diese Dosis in Abständen von 6—8 Tagen.

Während bei der Tabes nur eine analgesierende Wirkung der Röntgenstrahlen in Frage kommt, kein heilender Einfluß, wurden bei der Syringomyelie eine größere Reihe von Erfahrungen mitgeteilt, welche neben der Schmerzstillung eine Heilwirkung bei dieser sonst sicher aussichtslosen Erkrankung erkennen ließen. Neben französischen Autoren hat sich besonders der sehr erfahrene Wetterer für die Röntgenbehandlung der Syringomyelie eingesetzt; weniger optimistisch als Wetterer äußert sich Strauss, der nur eine Hemmung im Fortschreiten des Leidens beobachten konnte. Aber wenn nur auch ein Aufhalten dieses sonst unabwendbar weiterschreitenden Leidens zu erreichen ist, so besteht die Verpflichtung, in jedem Falle einen Versuch mit der Röntgenbehandlung zu machen. Ein Erfolg ist natürlich nur dann zu erwarten, wenn der Zerfall des Nervengewebes noch nicht zu weit vorgeschritten ist und wenn angenommen werden kann, daß die Gliawucherungen noch verhältnismäßig jung sind.

Vor der Bestrahlung muß eine genaue Bestimmung der erkrankten Segmente gemacht werden, damit mit einiger Sicherheit die erkrankten Stellen getroffen werden. Die Dosis ist hoch zu wählen, etwa 1 H.E.D. auf jeden Herd. Die Wiederholung der Bestrahlung erfolgt nach 2—3 Monaten mit der gleichen Dosis.

Bei einer ganzen Reihe von Syringomyeliekranken wurden weitgehende Besserungen gesehen, die auch längere Zeit anhielten.

Die bei den übrigen Erkrankungen des Zentralnervensystems mit der Röntgentherapie gemachten Erfahrungen sind teils zu klein, teils zu wenig eindeutig, um urteilen zu können, wo Irrtum, wo Sicherheit des therapeutischen Handelns zu finden ist.

Literatur.

Ausführliche Literaturangaben sind zu finden bei
Rieder und Rosenthal, Lehrbuch der Röntgenkunde.
Wetterer, Handbuch der Röntgentherapie.
Salzmann, Röntgenbehandlung innerer Krankheiten 1923.

C.
Irrtümer der Lichttherapie

Von

Professor Dr. **Albert Jesionek**
und
Privatdozent Dr. **St. Rothman**

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Indikationen für Allgemeinbelichtung	421
Bestrahlungsplan bei der Allgemeinbelichtung	425
Allgemeines über Dosierung	422
Technik der Sonnenbäder	428
Technik der künstlichen Allgemeinbelichtungen	432
Indikationen für die örtliche Lichtbehandlung.	436
Bestrahlungsplan und Technik der örtlichen Belichtung	439

Indikation, Bestrahlungsplan und Technik der allgemeinen Belichtung (Belichtung der gesamten Körperoberfläche, Lichtbäder) sind von denen der lokalen Belichtung (Belichtung eines an der Körperoberfläche gelegenen Krankheitsherdes) von Grund aus verschieden. Die betreffenden Irrtümer sollen daher getrennt behandelt werden.

Indikationen für Allgemeinbelichtung.

Die wichtigsten Indikationen ergeben sich aus Behandlung und Prophylaxe der Tuberkulose und Rachitis. Bei den verschiedensten Arten tuberkulöser Organerkrankung sind Allgemeinbelichtungen angezeigt; fehlerhaft aber ist die Lichtbestrahlung bei exsudativ-pneumonischen Formen der Lungentuberkulose, bei starker Neigung zur Progression, zu Fieber und Blutungen, kurz in jedem Falle, in dem Reizungen vermieden werden müssen. — In diesen Fällen kann sich durch die Lichtbehandlung das Leiden rasch verschlimmern, es kann zur Ausaat, zu Blutungen kommen, ja die Bestrahlung kann zu einem jähen Ende führen. In dieser Hinsicht werden die größten Fehler begangen. Fehlerhaft ist die Allgemeinbestrahlung auch bei akuten Komplikationen der äußeren Tuberkulose bei Allgemeininfektionen, Sepsis usw. Doch bildet bei der äußeren Tuberkulose mäßiges Fieber, im Gegensatz zur Lungentuberkulose, keine Gegenanzeige. Übrigens ist die äußere Tuberkulose die wichtigste Domäne der Lichttherapie. Fehler werden hier insofern begangen, als man sie nicht häufig genug anwendet. Das gleiche gilt für die Tuberkulose der oberen Luftwege, des Urogenitaltrakts, des Darmes und des Bauchfelles, in allen jenen Fällen, in denen die Erkrankung noch nicht so weit fortgeschritten ist, daß ein baldiges Versiegen der natürlichen Abwehrkräfte zu befürchten wäre.

Außer Tuberkulose und Rachitis gibt es keine Krankheit, die eine absolute Indikation für die Lichtbehandlung bilden würde, so daß es kein Fehler ist, wenn man sie nicht in Verwendung zieht. Doch wirkt das Licht immer günstig dort, wo es auf eine Kräftigung und Abhärtung des Organismus ankommt, so vor allem bei jeglicher Rekonvaleszenz. Auf Grund einzelner Beobachtungen kann ein Versuch gemacht werden bei Tetanie, Diabetes mellitus, Diabetes insipidus und Morbus Basedow, ferner bei Keuchhusten und bei Tetanus. Doch wäre es ein Fehler, in diesen Fällen eine ähnliche eklatante Wirkung zu erwarten und eine entsprechende Prognose zu stellen, wie etwa bei der Rachitis.

Vielfach wird das Licht als Heilmittel von Gicht, rheumatischen Miskeln und Gelenkerkrankungen, Neuralgien, Blutkrankheiten, Leber-, Magen-, Darm-erkrankungen usw. gerühmt. Dabei wird zum Teil die Lichtbehandlung mit der Wärmebehandlung verwechselt, ein schwerwiegender Irrtum; denn die Lichttherapie im engeren Sinne, d. h. die Therapie mit chemisch aktivem Licht ist in

ihrer Indikationen, in ihrer Wirkungsart gänzlich verschieden von der Wärmebehandlung, wie sie etwa Glühlichtbäder oder die Diathermie darstellen. Im übrigen aber wird sich bei diesen Krankheitszuständen die günstige Lichtwirkung meist wohl nur in denjenigen Grenzen bewegen, in denen das Licht auch physiologischerweise beim gesunden Individuum günstig wirkt.

Gerade mit Rücksicht auf diese physiologische Wirkung, die unabhängig von der Krankheitsbeeinflussung objektiv den Organismus oft zu roborieren vermag und subjektiv immer angenehm empfunden wird, soll der Arzt seinem Patienten den Lichtgenuß nicht nur bei wissenschaftlich festgelegter Indikation gönnen. Er soll aber auch keine Heilwirkungen bei einer blinden Auswahl von Krankheitszuständen erwarten. Er soll immer daran denken, daß das Licht ein differentes Reizmittel ist, welches bei ungeeigneter Auswahl und ungeeigneter Anwendung großen Schaden stiften kann und deshalb beim kranken Menschen ohne strenge ärztliche Überwachung nicht angewendet werden darf.

Eine Gegenanzeige für die Lichtbehandlung bieten alle akuten Infektionskrankheiten mit Ausnahme des Tetanus.

Bei den sog. Lichtkrankheiten, bei *Hydroa aestivalis* und *Xeroderma pigmentosum* wird eine Lichtbehandlung meist wohl nur auf Grund diagnostischer Irrtümer eingeleitet. Wer die Krankheit richtig erkannt hat, wird jede Lichteinwirkung strengstens verhüten. Bei frühzeitiger Erkennung dieser Krankheiten (*Hämatophorphyrinurie* bei *Hydroa*!) kann man durch geeigneten Lichtschutz den Hydroapatienten vor schweren Entstellungen, den Xerodermkranken vor frühzeitigem Tode bewahren. Nach neueren Untersuchungen bezieht sich die Überempfindlichkeit sowohl bei *Hydroa* wie auch bei *Xeroderma pigmentosum* nur auf den ultravioletten Anteil des Spektrums. Es ist daher nicht immer notwendig, das Zimmer zu verdunkeln oder den Patienten mit anderen ähnlichen Maßnahmen zu belästigen. Das Sonnenlicht im Zimmer ist bei geschlossenen Fenstern in der Regel nicht schädlich. Für den Aufenthalt im Freien sind die bekannten Schutzsalben und -pasten (*Zeozon*, *Ultrazeozon*, *Gletschermattan*, *Antilux* usw.) zu verordnen.

In diesem Zusammenhang ist auch der Lichtschutz bei *Variola* zu erwähnen, durch den sich nach Finsen die Eiterung, das Fieber, die Narbenbildung und die häufigen Folgekrankheiten vermeiden oder wenigstens erheblich abschwächen lassen. Finsens Angaben sind allerdings noch umstritten. Jedenfalls ist es falsch, bei den Pocken eine sog. positive Rotlichttherapie, Bestrahlungen mit Rotlicht durchzuführen. Es handelt sich nicht um die günstige Wirkung des roten Lichtes, sondern allein um den absoluten Ausschluß der chemischen Strahlen, um eine „negative Phototherapie“.

Eine besondere Indikation für allgemeine Lichtbestrahlungen ist bei bestimmten Dermatosen gegeben, und zwar bei der *Ichthyosis*, der *Psoriasis*, den *Lichen ruber planus* und *acuminatus* und bei gewissen generalisierten subakuten Ekzemen.

Bestrahlungsplan bei der Allgemeinbelichtung.

Bei jeder Form der Tuberkulose, auch bei der äußeren, wird die gesamte Körperoberfläche bestrahlt. Es hieße auf die mannigfachen indirekten Lichtwirkungen, die durch Vermittlung der Hautreaktionen zustandekommen, verzichten, bestrahlte man etwa nur die Regionen des erkrankten Organs. Die Allgemeinbestrahlungen werden nach Möglichkeit monatelang täglich ausgeführt, solange bis die Krankheitserscheinungen verschwunden sind.

Der entscheidende Wert, der nach dem übereinstimmenden Urteil aller Lichttherapeuten den Hautreaktionen zukommt, muß uns veranlassen, zur Vermeidung therapeutischer Mißgriffe neben dem Verlauf der Organerkrankung,

neben dem Allgemeinzustand auch die Beschaffenheit der Haut im Laufe der Lichtbehandlung mit größter Aufmerksamkeit zu verfolgen. Wir trachten danach, die schlaffe, welke und saftarme Haut der Tuberkulösen in eine straffe, geschmeidige, blutreiche Haut zu verwandeln. Die Haut soll eine rotbraune Farbe annehmen, die sich aus einer mit chronisch-arterieller Hyperämie vergesellschafteten kräftigen Pigmentierung ergibt.

Einem großen Teile der tuberkulösen Individuen kann aber durch die Lichtbehandlung nicht ohne weiteres zu diesem Zustande verholfen werden. Viele Tuberkulöse pigmentieren schlecht, ihre Haut gewinnt eine blaßgraue oder gelblichgraue Farbe, die Haut verliert ihre Blutarmut nicht; meist ist dann auch die Besserung des Organleidens und des Allgemeinzustandes durchaus nicht zufriedenstellend. In solchen Fällen ist es fehlerhaft, die Lichtbehandlung gedankenlos fortzusetzen; man wird nichts erreichen, und früher oder später werden Arzt oder Patient die Lichtbehandlung als zwecklos abbrechen. In solchen Fällen versuchen wir die Lichtwirkung mit Bädern, Abwaschungen vor und während des Lichtbades zu unterstützen; durch solche Hautpflege kommen wir meistens zum Ziel. Die Abwaschung kann man unter dem Gesichtswinkel eines das Blutgefäßsystem der Haut betreffenden Reizes betrachten, der die hyperämisierende Wirkung des Lichtes unterstützt; außerdem scheint die Lichtempfindlichkeit frischgewaschener Haut erhöht zu sein. In anderem Falle ist es die richtige Anwendung von Körperbewegungen, wieder in anderem Falle das Tuberkulin, womit wir die Haut „umstimmen“ und dann zu einer besseren Lichtreaktion bringen. Man darf nie vergessen, daß die Lichtbehandlung nur einen Teil, wenn auch den weitaus wichtigsten Teil der physikalisch-diätetischen Tuberkulosebehandlung darstellt; niemand darf sich wundern, wenn er ohne geordnete Ernährung, bei schlechten hygienischen und sozialen Verhältnissen (Wohnungsnot!) trotz konsequenter, jahrelanger Sonnenbehandlung keinen Erfolg bei seinen Patienten sieht. Aus diesem Grunde ist auch die ambulante durchgeführte Allgemeinbelichtungskur nie von den Erfolgen gekrönt wie im Falle stationärer Behandlung des Patienten. Nur bei einigermaßen geordneten sozialen Verhältnissen des Patienten wird sich die ambulante Lichtbehandlung lohnen. Es ist aber erforderlich, daß der Patient dabei ständig (täglich) unter ärztlicher Kontrolle stehe. Ambulante Lichtbehandlung an sich ist statthaft, nur darf sie nicht gleichbedeutend sein mit durch Laien ausgeführter Lichtbehandlung.

In bezug auf die Wahl der Lichtquelle ist vor allem eins zu sagen: Die Verwendung von künstlichem Licht an sonnigen Tagen ist falsch. Im Hinblick auf seine indirekten (nicht lokalen) Wirkungen ist das Sonnenlicht bei der Tuberkulose jedem künstlichen Licht weit überlegen. Die Ursachen dieser Überlegenheit sind uns nicht bekannt, die Tatsache an sich ist aber nicht zu leugnen. Wie O. Strauss bemerkt, darf man entgegengesetzten Behauptungen Opportunitätsgründe zugrunde legen, die dem wahren Sachverhalt Gewalt antun. — Die Schwierigkeiten, die sich in den Tiefen aus der geringen Zahl der Sonnenstunden der konsequenten Durchführung der Sonnenlichtbehandlung entgegenstellen, sind hinlänglich bekannt. Die Frage, ob eine Kombination von Sonnenbädern und künstlicher Lichtbehandlung durchführbar und zweckmäßig ist, kann entschieden bejaht werden. Nur soll jede Sonnenstunde ausgenützt werden. An sonnenlosen Tagen dient das künstliche Lichtbad als Ersatz. Jede unausgenutzte Sonnenstunde ist ein therapeutischer Fehler. Aus der Kombination von künst-

lichem und natürlichem Licht ergeben sich zweifellos Unbequemlichkeiten, vor allem Schwierigkeiten der Dosierung, was sich aber unschwer überwinden läßt (s. später).

Von den künstlichen Lichtquellen kommen vornehmlich zwei Typen in Betracht, das Kohlenbogenlicht und das Quecksilberquarzlicht. Der Vergleich ihrer Wirksamkeit ist dadurch erschwert, daß die Lichtintensität der heute in Anwendung stehenden Lampentypen, insbesondere ihre Ultraviolettintensität, sehr verschieden ist. Die offenen Kohlenbogenlampen benötigen bis zu 75 Ampere elektrische Intensität bei 70 Volt (52,5 KW), während die Quarzlampe mit 6—10 Ampere bei 120 bzw. 220 Volt (0,770 KW) betrieben wird. Wohl läßt sich der Unterschied bis zu einem gewissen Grade dadurch ausgleichen, daß man mehrere Quarzlampen anwendet, wodurch in der Mitte des Bestrahlungsraumes die Intensität sämtlicher Brenner sich summiert. Aber nach den Berichten aus den Instituten von Kopenhagen und Wien scheint dem Kohlenbogenlicht auch eine qualitative Überlegenheit zuzukommen, die sich vornehmlich aus einer kräftigeren, lebhafter roten Hauthyperämie erkennen läßt. Es ist demnach als ein therapeutischer Irrtum zu bezeichnen, wenn man derartig kräftige Lichtquellen, soweit sie zur Verfügung stehen, zugunsten der Quecksilberquarzlampe vernachlässigt. Der Betrieb der starken Kohlenbogenlampen ist derart kostspielig, daß sie vorderhand für deutsche Anstalten und deutsche praktische Ärzte nicht in Frage kommen werden. Kohlenbogenlicht mit der üblichen gewöhnlichen Spannung und Intensität entfaltet so gut wie gar keine biologische Wirkung, wie wir an einem bestimmten Lampentyp beobachten konnten. Auch die verschiedenen Kohlenbogenlampen mit Spezialglasglocken und die ultraviolett-haltigen Metallfadenlampen entfalten im Verhältnis zum freien Kohlenbogenlicht und zum Quarzlicht nur eine minimale biologische Wirksamkeit.

Andererseits wäre es ein Fehler, wenn man auf Grund übertreibender Vorstellungen über die entzündungserregende Wirkung der Quecksilberquarzlampen diese aus der Lichttherapie verbannen wollte. Gewiß ist es richtig, besonders mit Rücksicht auf den geschäftsmäßigen reklamehaften Namen „Künstliche Höhensonne“, immer wieder auf die Diskrepanz der Spektren von Sonnenlicht und Quarzlicht hinzuweisen, aber man sollte sich doch dessen bewußt sein, daß die Quarzlampe an sonnenlosen Tagen für allgemeine Lichtbäder recht gut brauchbar ist.

Eine besondere Stellung nehmen die von Kisch angegebenen Sauerstoff-Azetylen- und elektrischen Scheinwerferapparate ein, mit denen Kisch vorzügliche Wirkungen erzielen konnte.

Die Kombination der Lichttherapie mit mäßiger Wärmestrahlung vermag die Lichtwirkung einigermaßen zu unterstützen. Höhere Wärmegrade sind aber unbedingt zu vermeiden. Die kurzdauernde Hyperämie nach übermäßiger Wärme scheint eine längerdauernde Gefäßlähmung mit sich zu bringen und dadurch die Lichtreaktionsfähigkeit herabzusetzen. Am besten richtet man sich nach dem subjektiven Empfinden des Patienten.

Das kalte Rotlicht hat nach unseren bisherigen Kenntnissen keine wahrnehmbaren biologischen Wirkungen, insbesondere auch keine entzündungshemmende Wirkung. Bestrahlungen mit Rotlicht sind zunächst nur als Experiment zu betrachten. Seine Anwendung zu bestimmten praktisch-medizinischen Zwecken ist falsch.

Allgemeines über Dosierung.

Eine allgemein gültige Dosierungstechnik, deren Unterlassung als therapeutischer Fehler gelten dürfte, ist bis heute nicht gegeben. Wir beschränken uns daher auf einige Bemerkungen, die zur Vermeidung fehlerhafter Vorstellungen dienen könnten.

Alle photochemischen und photophysikalischen Vorgänge, die zur Dosierung in der Lichttherapie empfohlen worden sind, wie die Abspaltung des Jods aus seinen Salzen, die Reduktion des Sublimats mittels oxalsaurer Salze, die elektrische Widerstandsänderung des Selen, sind gegen gleiche Lichtintensitäten verschiedener Wellenlängen verschieden empfindlich. Sie bewegen sich in einer jeweils charakteristischen spektralen Empfindlichkeitskurve. Keine dieser Kurven deckt sich auch nur annähernd mit der spektralen Empfindlichkeitskurve der lichtbiologischen Veränderungen, z. B. der Hautreaktionen.

So wird z. B. durch eine Quarzlampe bei 30 cm Entfernung, 30 Minuten Bestrahlungsdauer, senkrechtem Strahleneinfall aus einer Schwefelsäurejodkalimischung 6,76 mg Jod frei; bei Anwendung eines Uviolglasfilters, der nach Angaben der Fabrik bei 300 μ abschneidet, macht dieselbe Strahlenquelle unter denselben Bedingungen 1,49 mg Jod frei. Die Jodmengen verhalten sich also bei Bestrahlung mit und ohne Filter rund wie 1 : 4,5. Es wäre aber fehlerhaft anzunehmen, daß nunmehr eine 2 Minuten lange Bestrahlung ohne Filter und eine 9 Minuten lange Bestrahlung mit Filter denselben Grad der Hautreaktion ergibt. Vielmehr ist das Verhältnis so, daß eine 2 Minuten lange Bestrahlung ohne Filter eine deutliche Rötung verursacht, während mit dem Filter eine Bestrahlung von 1 Stunde nicht genügt, um eine sichtbare Reaktion zu erzeugen. Offenbar ist durch den Filter derjenige Spektralbezirk gänzlich abgeschnitten worden, der auf die Haut entzündungserregend wirkt, während noch reichlich Strahlen durchgelassen worden sind, auf die das Jodsalz anspricht.

Nehmen wir zwei Strahlenquellen, deren relative spektrale Intensitätsverteilung weniger verschieden ist, als es bei einer Quarzlampe mit und ohne Uviolglasfilter der Fall ist, z. B. einen neuen und einen älteren Brenner! Dieser Fall ist für die Praxis von weitaus größerer Bedeutung als der erstere. Hier wird sich die Parallele zwischen Hautreaktion und photochemischer Reaktion eher erkennen lassen: Unter den obigen Bedingungen macht z. B. der Brenner I 1,916 mg, der Brenner II 1,167 mg Jod frei. Bestimmen wir nunmehr bei dem Versuchsindividuum an einer bestimmten Körperregion mit beiden Brennern diejenige Expositionszeit, die eine eben wahrnehmbare, scharf begrenzte Farbenveränderung erzeugt! Die Farbenveränderungen sind sowohl der Intensität wie dem Farbenton nach mit dem bloßen Auge nicht zu unterscheiden. Mit Brenner I erhalten wir diese Schwelle nach $\frac{1}{2}$ Minute, mit Brenner II nach $2\frac{1}{2}$ Minuten. Nach der Jodreaktion gemessen, verhält sich also die Wirksamkeit der beiden Brenner wie 1,6 : 1, nach der Bestimmung der Hautreaktionsschwelle wie 5 : 1. Die Abweichung beträgt etwa 200 %. Man wird über diese beträchtliche Differenz nicht erstaunt sein, wenn man bedenkt, daß die Quarzlampen durch ihre Abnutzung nicht gleichmäßig die Intensitäten ihrer einzelnen Spektralbänder einbüßen. Vielmehr wird die kurzwellige Strahlung infolge ihrer leichteren Absorbierbarkeit viel früher abgeschwächt, durch Ablagerungen im Quarzbrenner, als der langwellige Anteil. Offensichtlich entfaltet aber das langwellige Spektrum bei der Jodabspeicherung eine verhältnismäßig viel größere Wirksamkeit als bei der Erzeugung der Hautreaktion.

Wir glauben aber, daß dieser Fehler der jodometrischen Intensitätsmessung für die Praxis in Kauf genommen werden kann. Denn bei Erzeugung stärkerer entzündlicher Hautreaktionen, bei denen eine falsche Dosierung am ehesten schlimme Folgen haben kann, sind Rötungen, die mit einem Dosenunterschied von weit über 200 % (bis 400 %) am gleichen Individuum unmittelbar nebeneinander erzeugt werden, für das bloße Auge gar nicht verschieden. Die Schwierig-

keit dürfte vielmehr darin gelegen sein, daß die individuellen Empfindlichkeitsunterschiede der biologischen Objekte untereinander derart groß sind, daß man auch die qualitativ und quantitativ am genauesten definierte physikalische Dosis nicht als eine feststehende biologische Dosis definieren kann. Sicher ist das Licht ein Medikament, das man nicht aufs Geratewohl verabreichen darf. Aber es gibt wohl kaum ein zweites Medikament, bei welchem die Ansprechbarkeit des Organismus so hochgradig verschieden ist wie beim Licht. Jedenfalls schwankt die Empfindlichkeit, nach dem Schwellenwert der Rötung gemessen, in viel breiteren Grenzen (etwa im Verhältnis 1 : 5), als die Dosen, die in der Praxis überhaupt in Frage kommen.

Die photochemische und photophysikalische Intensitätsmessung wäre berufen, die Intensität zweier (gleichgebauter) Lichtquellen zu vergleichen oder die relativen Intensitätsveränderungen ein und derselben Lichtquelle im Laufe ihrer Verwendung zu verfolgen. Das sind aber Aufgaben, die den Lichttherapeuten in der Praxis am allerseltensten beschäftigen. Auch bei diesen seltenen Gelegenheiten, wie z. B. bei der Anschaffung eines neuen Brenners, werden wir uns nie auf die Intensitätsmessungen verlassen können, denn eben beim Vergleich eines neuen Brenners mit einem alten wird die durch die verschiedene spektrale Intensitätsverteilung bedingte Empfindlichkeitsdifferenz zwischen Meßobjekt und Haut zu besonderer Vorsicht mahnen. Ob wir die Methode ausführen oder nicht, wir werden uns doch versuchsweise einschleichen bzw. Probebestrahlungen ausführen müssen. Die Intensitätsabnahme desselben Brenners bewegt sich aber in engeren Grenzen, als es mit den individuellen und regionären Empfindlichkeitsunterschieden der Fall ist.

Es wäre falsch, daraus einen Vorwurf für die mühsam ausgearbeiteten Meßverfahren zu konstruieren, die berufen sein sollten, unserer leider noch in jeder Richtung rein empirischen Lichttherapie einen streng wissenschaftlichen Charakter zu verleihen. Nur gegen die Einstellung, als würden die bis jetzt empfohlenen Dosimeter praktisch dringenden Bedürfnissen Genüge tun, muß Einspruch erhoben werden. Der Fehler, der sich aus der differenten spektralen Empfindlichkeit des Meßkörpers und der Haut ergibt, wird sich nur dann berechnen lassen, wenn die Beziehungen der Wellenlänge zur Hautreaktion genau festgelegt sein werden. Es ist bezeichnend, daß man das Dosierungsproblem erst in allerjüngster Zeit mit dieser Frage in Zusammenhang gebracht hat (Hausser und Vahle, Dorno), nachdem man sich von anderer Seite zur Rechtfertigung eines Dosimeters wiederholt auf die nie bewiesene biologische Wirksamkeit des sichtbaren Lichtes berufen hat.

Sobald es sich nicht mehr um die Erstdosis, sondern um die Fortsetzung der Bestrahlung handelt, wird uns erst recht jede Dosimetrie im Stich lassen. Die Verschiedenheiten der Lichtangewöhnung kennt ja ein jeder Lichttherapeut, der zur Erzielung von Entzündungen bei brünetten Personen gezwungenermaßen die Dosen viel rascher und beträchtlicher erhöht als bei Blonden.

Die praktischen Fragen sind die: Welche Erstdosis soll ich im gegebenen Fall verwenden und in welchem Verhältnis soll ich steigen. Die therapeutischen Fehlgriffe ergeben sich fast nie daraus, daß man die Intensitätsschwankungen vernachlässigt und einfach nach der Zeit dosiert, sondern daraus, daß man eine für den Fall falsche, wenn auch noch so gut definierte Dosis wählt. Die richtige Dosis zu wählen ist schwer, aber die Schwierigkeiten ergeben sich viel weniger aus dem Mangel einer brauchbaren Dosimetrie, als vielmehr aus dem Mangel unserer physiologischen und experimentell-therapeutischen Kenntnisse.

Die biologische Wirksamkeit der Strahlenquellen wird meist nach ihrer

entzündungserregenden Wirkung an der Haut eingeschätzt. An sich ist diese stillschweigende Konvention ganz willkürlich. Eine wahre Parallelität zwischen den hautentzündenden und den sonstigen biologischen Wirkungen des Lichtes besteht nicht. Mit demselben Recht wie die lichtbewirkte Dermatitis und die lichtbewirkte Zunahme des Pigmentgehaltes könnten die Änderungen des weißen Blutbildes, des Blutdruckes, des Blutzuckers, der Temperaturschwankungen usw. als Grundlage der biologischen Dosenbewertung dienen. Verschiedene Gründe sprechen jedoch dafür, daß man sich nach der Hautreaktion richten soll. Vor allem zeigen die Herdreaktionen der Tuberkulösen und die damit offenbar in Zusammenhang stehenden Heileffekte, auf die es uns im wesentlichen ankommt, nach der völlig übereinstimmenden Erfahrung aller Lichttherapeuten eine deutliche Abhängigkeit von der Art und dem Grad der erzielten Hautreaktionen, während die anderen Lichtwirkungen in dieser Beziehung noch kaum untersucht sind. Freilich sind auch diese Beziehungen schwankend; eine bessere Orientierung läßt sich auch nicht erwarten, solange die Wirkungsart des Lichtes nicht näher geklärt ist. Einigt man sich aber und dosiert das Licht je nach Ausfall der Hautreaktion, so wird man nicht umhin können, um eine einheitliche Hautreaktion festzulegen, mit Probebestrahlungen vorzugehen.

Diesen Weg hat in neuerer Zeit Dahlfeld eingeschlagen. Er führt bei den Allgemeinbestrahlungen mit der Bachschen Quarzlampe eine Probebestrahlung mit einer zu diesem Zwecke konstruierten Metallplatte aus, in der 2 cm lange und 0,5 cm breite Ausschnitte nebeneinanderliegen. Die Platte wird in Nabelhöhe, einige Zentimeter von der Mittellinie nach außen aufgesetzt. Die Öffnungen werden 1—6 bzw. 1—12 Minuten bestrahlt. Als Einheitsreaktion bezeichnet Dahlfeld diejenige schwächste Verfärbung der Haut, welche 24 Stunden nach der Bestrahlung die Form des bestrahlten Hautfeldes scharf begrenzt wiedergibt, wenn die Bestrahlung unter senkrechtem Strahleneinfall und mindestens 10 Minuten nach Einschaltung des Brenners stattgefunden hat. Die Dosis, mit der die Einheitsreaktion erzielt wird, wird nach Dahlfeld in sog. Einheitsminuten ausgedrückt. Die in gegebener Entfernung gewonnene Minutenzahl wird nämlich mit Hilfe des quadratischen Gesetzes auf 1 Meter Entfernung umgerechnet. So wird z. B. in 50 cm Entfernung die Minutenzahl 3 „12 Einheitsminuten“ ergeben. In dieser Weise läßt sich die Einheitsreaktion für eine bestimmte Brennerintensität in einer einzigen Zahl ausdrücken. Die Einheitsreaktion in Einheitsminuten ausgedrückt, nennt Dahlfeld ein „Bio“ und findet, daß bei der Allgemeinbestrahlung mit der Bachschen Lampe an der Bauchseite des Körpers $1\frac{1}{2}$ „Bio“, an der Rückseite 1 „Bio“ zu einer leichten und beschwerdefreien, aber deutlichen Verfärbung führt. Die Dahlfeldsche Anordnung hat zur Voraussetzung, daß innerhalb der 24 Stunden, die zwischen der Probebestrahlung und der ersten Allgemeinbestrahlung verstreichen, Intensität und Qualität des Quarzlichtes unverändert bleiben. Diese Annahme besteht praktisch sicher zu Recht. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man die Dahlfeldsche Probebestrahlung an 2 Tagen hintereinander an symmetrisch gelegenen Körperflächen mit demselben Brenner ausführt. Auch das Meyer-Beringische Verfahren (Jodabsplattung) läßt keinen Unterschied der Lichtintensität innerhalb 24 Stunden erkennen, auch dann nicht, wenn die Brenner 3—5 Stunden lang inzwischen gebraucht worden sind. Das Dahlfeldsche Verfahren ermöglicht uns die Erstdosis unabhängig von Intensitätsmessungen zu bestimmen, und zwar eine Erstdosis, die der Lichtempfindlichkeit der Haut angepaßt ist.

Es wäre aber zu weitgehend, daran zu denken, daß die Einheitsreaktionen Dahlfelds bei den verschiedenen Menschen tatsächlich, wenigstens in bezug auf die Haut, gleichwertig seien. Die biologischen Wirkungen, die das Licht im gesunden, namentlich aber im kranken menschlichen Organismus auslöst, sind verwickelter Natur, sind zum Teil der Untersuchung nicht zugänglich, zum Teil gänzlich unbekannt, so daß es gar nicht berechtigt erscheint, hier von biologischer Gleichwertigkeit der Dosen zu sprechen. Bei der Ausführung der Dahlfeldschen Probebestrahlung zeigt das „Bio“ bei den verschiedenen Patienten die

verschiedensten Farbentöne von Rot und Hellrosa bis zum Braun. Ferner sehen wir, daß das Bio bei dem einen Patienten entweder rascher sich entwickelt oder allmählicher abklingt als bei anderen; bei dem einen ist die konsekutive Schuppung stärker, beim anderen ist sie schwächer. Also wenn man auch den quantitativen Empfindlichkeitsunterschieden an der Haut bei der Dosierung Rechnung trägt, die qualitativen Unterschiede des Reaktionsverlaufes an der Haut bleiben bestehen. Dabei wird — wie gesagt — nur die Hautreaktion berücksichtigt. Daß der eine Patient auf 2 „Bio“ mit deutlicher Temperatursteigerung, vielleicht auch mit einer Hämoptoe oder einem Glottisödem reagiert, während der andere gar keine wahrnehmbare Wirkung außer an der Haut erleidet, liegt auf der Hand. Das Vorkommen dieser Zwischenfälle hängt nur von der richtigen Beurteilung des Krankheitsfalles ab und von der richtigen Indikationsstellung. Immerhin scheint uns die Dahlfeldsche Methodik geeignet zu sein, um Hautempfindlichkeitsunterschiede nach Möglichkeit zahlenmäßig auszudrücken und dadurch unzweckmäßige Unterdosierungen und Überdosierungen zu vermeiden. Die Verwertung des Dahlfeldschen Systems bei der Allgemeinbestrahlung mit künstlichem Licht wird doch wohl vermeiden lassen, daß man immer wieder — wie z. B. Bacmeister berichtet — schwere Schädigungen, Aktivierungen, Blutungen, neue Aussaaten, Pleuritiden usw. nach der Lichtbehandlung zu sehen bekommt.

Technik der Sonnenbäder.

Ein Sonnenbad kann in staubfreier Gegend überall leicht eingerichtet bzw. improvisiert werden.

Die Dosierung der Sonnenbäder richtet sich nur nach der Zeit.

Bei der in sehr weiten Grenzen schwankenden Intensität des Sonnenlichtes und insbesondere der ultravioletten Strahlung ist diese Dosierungsart zu grob und unsicher. Aber eben unter rein praktischen Gesichtspunkten sind unsere Kenntnisse hinsichtlich der verschiedenen Beziehungen noch viel zu mangelhaft, als daß wir die meteorologischen Meßresultate ohne weiteres als Grundlagen einer Dosimetrie benützen könnten. Denn, ganz abgesehen von den Streitfragen über die Wirksamkeit der einzelnen Spektralgebiete, fehlt uns jegliche experimentelle Grundlage über die biologische Bedeutung der anderen klimatischen Faktoren, des Feuchtigkeitsgrades, des Temperaturgrades, der Luftströme, der lufterlektrischen Verhältnisse usw. Die einzelstehenden praktischen Erfahrungen, die das Vorhandensein derartiger Einflüsse zu beweisen scheinen, reichen bei weitem nicht aus, um die zahlenmäßigen Angaben verwerten zu können. Es gibt nur eine Möglichkeit, den Schaden zu vermeiden, der sich aus diesem Mangel unserer Kenntnisse ergeben könnte, das ist die vorsichtige Anpassung des Körpers an das Sonnenlicht, die einschleichende Vorbehandlung. Der weitaus größte therapeutische Fehler in der Sonnenbehandlung, vornehmlich bei der Strahlenbehandlung der Tuberkulose, ist immer die Überdosierung. Im Verhältnis zum Schaden, den wir durch Überdosierung anstiften können, ist der Verlust an Zeit, Geld usw., der durch Unterdosierung entsteht, verschwindend klein.

Es gibt vornehmlich drei Methoden, die eine ganz allmähliche Anpassung an das Licht ermöglichen. Erstens kann man, wie im Hochgebirge üblich, zunächst einzelne Körperteile vorsichtig der Sonnenwirkung aussetzen. Das Verfahren hat den Vorteil, daß es gleichzeitig eine Probebestrahlung darstellt. Wir verweisen auf die entsprechenden Behandlungsschemata von Rollier und Kisch. Zweitens pflegt man zuerst Luftbäder im Schatten anzuwenden. Drittens kann man das Sonnenlicht durch Glas gefiltert einwirken lassen. Alle diese Vorbehandlungsarten ermöglichen eine gute Anpassung der Haut

an das Sonnenlicht. Ein nicht seltener therapeutischer Fehler ist dagegen, wenn man zur Vorbereitung der Sonnenbäder an sonnigen klaren Tagen Bestrahlungen in diffusem Tageslicht anwendet. Das diffuse Tageslicht ist auch ohne direkte Sonnenstrahlung, offenbar infolge der starken Ultraviolettintensität (Dorno), durchaus nicht indifferent, man sieht häufig nach derartigen Bestrahlungen starke Dermatitis und Exazerbationen verschiedenartigster Prozesse. Wir gehen in der Weise vor, daß wir zu Beginn der Kur den Patienten so lagern, daß er in unserem mit Glas bedeckbaren Sonnenbaderaum zunächst nur von Strahlen getroffen werden kann, die durch Glas gefiltert sind. Allmählich werden dann die Patienten gegen die offenen Glastüren vorgerückt, wobei ein immer größerer Anteil an Ultraviolett sie trifft.

Bestimmte Zeiten für die ersten Bestrahlungen kann man aus obigen Gründen kaum angeben. Je vorgeschrittener die Tuberkulose, um so größere Vorsicht ist im Anfang geboten. Als durchschnittliche Erstdosen gelten in unserem Klima nach 3—5 tägiger einschleichender Vorbehandlung 10—25 Minuten.

Die Erhöhung der Expositionszeiten geschieht nach dem jeweiligen Reaktionsausfall. Zu beachten sind die Haut, die Temperaturkurve und alle tuberkulösen Manifestationen. Einleitung von Sonnenkuren ohne tägliche Inspektion sind immer gewagt und ohne Anlegung einer regelrechten Temperaturkurve sicher fehlerhaft. Man sieht selten tuberkulöse Patienten, bei denen die Einschleichung der Lichtbehandlung ohne Schwankungen der sonst ruhigen Temperaturkurve gelingt. Diese kleinen Temperaturzacken müssen bei der Verordnung der Bestrahlungszeiten immer in Betracht gezogen werden.

Es ist außerordentlich schwierig, die Grenze zwischen erwünschten und unerwünschten Lichtreaktionen festzusetzen. Es ist ja anzunehmen, daß das Licht vor allem durch Hyperämisierung der Krankheitsherde und durch Exsudationsbeförderung wirkt, also ähnlich wie die „Reiztherapie“, vor allem ähnlich wie Tuberkulin. Es ist kein Zufall, daß die empirisch festgelegten Indikationsgebiete der Lichtbehandlung bei der Lungentuberkulose fast identisch sind mit jener der Tuberkulinbehandlung. Ja, der Streit über die erwünschte Reaktion an der Haut (auf der einen Seite zunehmende Pigmentierung ohne entzündliche Erscheinungen, auf der anderen Seite öfter wiederholte Dermatitis mit Depigmentierungspausen) ähnelt in mancher Beziehung dem Streit zwischen Anergisten und Allergisten. Wir stehen bei der Dosierung der Lichtbäder vor demselben Problem wie bei der Tuberkulindosierung. Bis zu welchem Grade dürfen wir die reaktive Entzündung der Krankheitsherde steigern und welche Kriterien zeigen uns diese Grenzen an? Das sind Fragen, die ebenso schwer einheitlich zu entscheiden sind bei der Lichtbehandlung wie bei der Tuberkulinbehandlung.

Vor allem wird man je nach Art und Lokalisation des Herdes differenzieren müssen. Bei der Lungentuberkulose wird man wohl im allgemeinen jede klinisch wahrnehmbare Herd- und Allgemeinreaktion vermeiden; als unbedenkliche Reaktion werden höchstens Temperatursteigerungen um einige Zehntel Grade über das Maximum des vorherigen Tages gelten, wenn der Charakter der Tageskurve dabei nicht verändert wird. Kleine Temperaturzacken, etwa bis 37,2 °C Höchsttemperatur, werden nicht unbedingt zum Aussetzen der Lichtbehandlung veranlassen, aber doch zur Vorsicht mahnen. Wir wiederholen dann meist dieselbe Bestrahlungszeit, bis sie reaktionslos vertragen wird. Verschwinden die

Temperaturzacken trotz aller Vorsicht, trotz Rückgang in den Bestrahlungszeiten nicht oder zeigen die Temperaturerhöhungen eher eine Zunahme, so ist die Lichtbehandlung abzubrechen, der Fall ist dann für Lichtbehandlung nicht oder vorderhand nicht geeignet. Von einer physikalisch feststellbaren Herdreaktion ganz abgesehen, wird jede Exazerbation der subjektiven Beschwerden, stärkeres Husten, vermehrter Auswurf, Mattigkeit, Kopfschmerzen, als unerwünscht gelten und die Dosierung entsprechend beeinflussen.

Bei der Tuberkulose der an der Körperoberfläche gelegenen Organe ist die Erzeugung einer Herdreaktion mit deutlicher Hyperämie und nicht zu übermäßiger Exsudation im Herde selbst ohne Allgemeinerscheinungen statthaft, ja oft erwünscht. Doch darf man nicht glauben, daß bei der „chirurgischen“ Tuberkulose die Überdosierung des Lichtes nicht zu unliebsamen Zwischenfällen führen könnte. Als Beispiel sei hier ein Fall erwähnt, in dem erstmalig aus äußeren experimentellen Gründen eine stärkere Dermatitis erzeugt wurde, da von seiten der Lungen keine Reaktion zu befürchten war.

Das 16 jährige Mädchen litt an einer ausgedehnten Tuberculosis colliquativa des Gesichtes und an Tuberkulose des linken Ellenbogengelenkes nebst einem hühnereigroßen tuberkulösen Geschwür über der Streckseite des Gelenkes. Die am 20. Juli im künstlichen Lichtbad gesetzte Dermatitis wurde gut, ohne Temperatursteigerungen, ohne irgendwelche lokale Beschwerden vertragen, so daß am 22. Juli ein Sonnenbad von $\frac{1}{2}$ Stunde Dauer verordnet werden konnte. Am 24., 25. und 26. Juli fanden wieder künstliche Lichtbäder statt, die ohne Temperatursteigerungen und auch sonst sehr gut vertragen wurden. Die Lichtreaktionsfähigkeit war recht gut, die Körperhaut wurde deutlich braun-hyperämisch. Am 26. Juli abends Temperaturanstieg unter Frösteln bis $39,2^{\circ}$. Das kranke Gelenk stark angeschwollen, scharf umschrieben gerötet. 27. August Fluktuation am oberen Rande des Gelenkes an der Streckseite. Auf Druck entleeren sich große Mengen von käsig-eitrigem Sekret aus dem Geschwür. Niedrigste Temperatur $39,2^{\circ}$. 28. August. Die Gelenkkapsel ist durchbrochen, das Olekranon liegt frei zutage. Temperatur 39° . Am 30. August Resektion des Gelenkes in der chirurgischen Klinik. — Wieweit in diesem Falle die Sekundärinfektion die Abszeßbildung und den Durchbruch der Gelenkkapsel förderte, ist schwer zu sagen. Immerhin glauben wir mit Bestimmtheit, einen therapeutischen Irrtum begangen zu haben dadurch, daß wir mit einer übermäßigen Exsudation im Gelenk auf die kräftige Lichteinwirkung hin nicht gerechnet haben.

Zur Einschränkung bzw. zum Abbrechen der Lichtbehandlung veranlassen fernerhin bei Bauchfelltuberkulose eine deutliche mit Temperatursteigerung einhergehende Zunahme des Exsudats, bei Kehlkopftuberkulose hochgradige Hyperämie und stärkere Heiserkeit, bei Hodentuberkulose Zunahme der Schwellung. Ob man dabei die Lichtbehandlung dauernd aussetzen oder nur die Dosis herabsetzen wird, hängt von der Beurteilung im einzelnen Falle ab.

Wenn die ersten Bestrahlungen glatt verlaufen sind, wird man nicht etwa ständig mit derselben fixen Minutenzahl höher gehen, also jeden Tag 10 Minuten länger bestrahlen, wie oft üblich, sondern man wird die Dosis im Verhältnis zur gesamten Bestrahlungszeit steigern, auf daß etwa eine geometrische Reihe von Bestrahlungszeiten resultiere. Eine Erhöhung von 10 auf 20 Minuten entspricht nicht einer Erhöhung von 180 auf 190 Minuten; bei einem solchen Schema ist der Verlust an Zeit in der Behandlungsdauer doch so groß, daß man ein solches Vorgehen aus diesem Grunde als fehlerhaft bezeichnen muß. Vielmehr werden sich die Dosen etwa folgendermaßen anordnen: 10, 15, 22, 30, 40, 53 Minuten usw.

Die Festsetzung einer Höchstgrenze, einer maximalen Bestrahlungszeit für Sonnenbäder ist nicht notwendig. Am besten wäre es, wenn die gut pigmentierten, abgehärteten tuberkulösen Patienten sich den ganzen Tag in kurzen Schwimmhosen im Sonnenbad aufhalten könnten.

Bei diesen Dauersonnenbädern werden nach zwei Richtungen hin Fehler begangen. Erstens wird die Sommerhitze mit ihren unangenehmen Folgeerscheinungen nicht berücksichtigt. Tuberkulöse sind gegen Hitze äußerst empfindlich, die Hitze kann zu einer rapiden Abmagerung und zu einem bedrohlichen Kräfteverfall führen. Es ist daher ein Ding der Unmöglichkeit, die Sonnenbäder an heißen Sommertagen auf mehrere Stunden auszudehnen. Ja, die Hitze des Sommers bietet der Lichttherapie an Orten mit niedriger Meereshöhe die größten Schwierigkeiten. Zu ihrer Vermeidung müssen die Sonnenbäder im Hochsommer nach Möglichkeit in den frühen Morgenstunden, am besten bald nach Sonnenaufgang durchgeführt werden. So wird es bei unserem Klima doch möglich sein, auch an den heißesten Sommertagen 2—3 Stunden lang direkte Sonnenbestrahlungen vorzunehmen. Die übrige Zeit können die Patienten entblößt im Freien verbringen, sie sollen sich dabei aber im Schatten aufhalten. Die Besonnung in den frühen Morgenstunden hat besonders in der Nähe der Großstädte auch noch den Vorteil, daß die Luft zu dieser Zeit am ehesten staubfrei und immer etwas bewegt ist. Die geringere Strahlungsintensität kann ruhig in Kauf genommen werden.

Der andere Fehler, der den Dauersonnenbädern sehr häufig anhaftet, ist das damit verbundene dauernde Liegen, womit der richtigen Abstufung von Ruhe und Bewegung — ein wichtiger Faktor der physikalisch-diätetischen Behandlung der Tuberkulose — Abbruch geschieht. Wir sahen oft tuberkulöse Patienten schlaff, mager, faul, schlaflos werden, wenn wir wegen Raummangel gezwungen waren, sie stundenlang in der Sonne liegen zu lassen. Der kurative Effekt der Sonnenstrahlung kann und darf den kurativen Effekt der Bewegung nicht ersetzen. Art und Grad der Bewegung im Lichtbad soll dem jeweiligen Zustande des Patienten angepaßt werden. Zwischen langsamem Auf- und Abspazieren, Spielen, Turnen und Arbeiten (wie wir sie z. B. bei Patienten mit Lymphdrüsentuberkulose oder Lupus verrichten lassen) sind verschiedene Abstufungen möglich. Der richtig gewählte Grad der Bewegung wird die Wirkung der Sonne in deutlich wahrnehmbarer Weise unterstützen; das läßt sich schon aus der stärkeren Durchblutung der Haut, aus der „gesunden“ Hautfarbe und Hautkonsistenz erkennen. Durch die Körperbewegung wird bis zu einem gewissen Grade die Luftbewegung ersetzt.

Je länger die Bestrahlungskur, je länger der Zustand der Pigmentierung aufrechterhalten werden kann, um so günstiger sind die Aussichten auf Heilung.

Auf die abweichende Methode einiger Lichttherapeuten, die ohne Einschleichung kräftige Dermatitis erzeugen und dann längere Pigmentierungspausen folgen lassen, wollen wir nicht eingehen. Diese Methode verhält sich zu unserer bzw. zur Schweizer Methode wie eine heroische Tuberkulinkur zu einer vorsichtig tastenden Tuberkulinbehandlung. Sie mag, ebenso wie eine hohe Tuberkulindosis, bei sorgfältig ausgewählten Fällen von äußerer Tuberkulose recht kräftige Wirkungen erzielen, verallgemeinert für den Praktiker ist sie aber sicher nicht das geeignete Verfahren.

Die Vorsicht bei der Dosierung darf nicht in einer Weise übertrieben werden,

daß daraus ein Mangel an Wirkung resultiere. Das unsichere Tasten, zu dem wir am Anfang gezwungen sind, wird nach den allerersten Expositionen aufhören, sobald wir die Reaktionsfähigkeit des Individuums erkannt haben. Meist ist man schon nach 2—3 Bestrahlungen über die statthafte Erhöhung der Expositionszeit unterrichtet. Allmählich wird damit auch eine ambulante Durchführung der Sonnenkur (etwa in den Schwimmbädern der Städte) ermöglicht. Nicht selten hört man aber anamnestisch über „Sonnenkuren“, die monatelang hinter der Fensterscheibe oder „nur“ im Hemd durchgeführt worden sind. Derartiges nicht nur auf Grund laienhaften Gutdünkens, sondern hie und da auch auf ärztliche Anordnungen! Ein Aufenthalt im Sonnenschein in Kleidungsstücken ist kein Sonnenbad und ist für Kranke unzulässig. Im Hemd kann man wohl milde Luftbäder durchführen, aber eine Lichtbehandlung ist das nicht, und die charakteristischen Lichtwirkungen sind davon auch nicht zu erwarten. Man kann wohl, mit einem Durchschnitt rechnend, bei dem störende Reaktionen nicht aufgetreten sind, behaupten, daß, wenn in 6—8 Tagen nach Einleitung der Lichtbehandlung eine deutliche Pigmentierung nicht erzielt worden ist, eine übermäßige Vorsicht, mit anderen Worten eine fehlerhafte Unterdosierung vorgelegen hat.

Ein häufig zu beobachtender Fehler in der Technik der Sonnenbäder ist es, daß auch bei lange durchgeführter Lichtbehandlung nicht die gesamte Körperoberfläche bestrahlt wird. Einmal wird nur der Thorax, das andere Mal nur die Vorderseite des Körpers bestrahlt. Das ist insofern falsch, als nicht die gesamte lichtabsorbierende Fläche ausgenützt wird, die zur Verfügung steht; die biologischen Lichtwirkungen hängen aber von der Größe dieser Fläche ab. Bei Sonnenbädern im Liegen sollen Vorder- und Rückenseite wie auch Seitenflächen in gleichmäßigem Wechsel bestrahlt werden. Häufig erleiden die Streckseiten der Oberarme eine Dermatitis, während die Beugeseiten schneeweiß bleiben. Die Ungleichmäßigkeit läßt sich durch leichte Abduktion der Oberarme und Supination der Unterarme vermeiden. Aber jede Ungleichmäßigkeit der Pigmentierung läßt sich am besten dadurch vermeiden, daß wir die Patienten im Sonnenbad zu freier Bewegung anhalten.

Als Kleidungsstücke sind nur Schwimmhosen, die an den Oberschenkeln kurz abgeschnitten sind, zulässig. Schutzbrillen, nach Möglichkeit Autobrillen, sind erforderlich. Gegen Wärme kann der Kopf mit feuchten Tüchern, breiten Strohhüten usw. geschützt werden.

Die Bewegung der Luft muß bei der Dosierung unbedingt in Betracht gezogen werden. Der Wind erhöht bei gleichbleibender Bestrahlung sowohl die Hautreaktion wie die indirekten Reaktionen. Bei mäßigem Wind wird man die Expositionszeiten bis auf die Hälfte der für windlosen Sonnenschein geplanten Zeit reduzieren. Bei stärkerem Wind wird man gut daran tun, bei noch nicht genügend angepaßten Individuen mit der Behandlung vorübergehend auszusetzen.

Technik der künstlichen Allgemeinbelichtungen.

Für die Allgemeinbelichtungen unter Verwendung künstlicher Lichtquellen werden mit Vorteil solche Lampentypen verwendet, die mit Hilfe von Reflektoren möglichst breite Strahlenbündel aussenden, wie die mit Jesioneks

Namen belegte Quarzlampe oder die Spektrosollampe von Arnold und Christen. Bei richtiger Technik, vor allem bei genügend großer Entfernung kann aber auch durch andere Typen eine Allgemeinbestrahlung mit Erfolg durchgeführt werden, z. B. mit Bachs „Höhensonne“ und den erwähnten Kohlenbogenlampen.

Fehlerhaft ist jede Technik, die nicht zu einer gleichmäßigen Hautreaktion führt. Die Unebenheiten der Körperoberfläche müssen nach Möglichkeit ausgeglichen werden. Bei Rückenlage wird man am besten ein gänzlich horizontales Liegebett wählen, bei Bauchlage wird man das Kreuz durch Polsterung etwas erhöhen. Ferner muß ein Abstand gewählt werden, bei dem die Verschiedenheiten der Lampenhautdistanz für die einzelnen Punkte des Bestrahlungsfeldes praktisch nicht in Betracht kommen. Dieser Abstand beträgt für die meisten Lampen 75–100 cm. Ungleichmäßige Lichtwirkungen ergeben sich besonders bei Allgemeinbestrahlungen im Sitzen. Das Bestrahlen im Sitzen ist nur statthaft bei sehr milder Dosierung oder bei Teilbestrahlungen. Die Bestrahlungen mit der Hallenquarzlampe werden am besten im Stehen, mit der Bachschen Lampe im Liegen vorgenommen. Wenn auch nicht fehlerhaft, so doch recht unpraktisch ist das häufige Wechseln der Entfernungen, da man dabei meistens versäumt, die Dosen bei verschiedener Entfernung rechnerisch miteinander zu vergleichen. Die Berechnung muß auf Grund des quadratischen Gesetzes erfolgen, wonach sich die Lichtintensitäten umgekehrt proportional den Quadraten der Entfernungen verhalten. Das quadratische Gesetz ist innerhalb der brauchbaren Entfernung, nach den Messungen Dahlfelds in unserer Anstalt, vollgültig. Die geringen Abweichungen, die Dorno für die künstliche „Höhensonne“ festgestellt hat, sind praktisch an der biologischen Wirkung nicht zu erkennen.

Als ein recht krasses Beispiel für die therapeutischen Irrtümer, die sich aus der Nichtbeachtung des quadratischen Gesetzes ergeben, führt Dahlfeld eine weitverbreitete Vorschrift für die Bestrahlung rachitischer Kinder an. Diese Vorschrift lautet: Erster Monat 12 Bestrahlungen:

- 5, 7, 9, 11 Minuten bei 80 cm,
- 7, 9, 11, 13 Minuten bei 75 cm,
- 9, 11, 13, 15, Minuten bei 70 cm.

Offenbar ist in diesem Bestrahlungsplan eine gleichmäßige Steigerung der Dosis beabsichtigt. Berechnen wir aber auf Grund des quadratischen Gesetzes die angeführten Bestrahlungszeiten auf eine Entfernung von 80 cm, so ergibt sich folgende Reihe der Minutenzahlen:

- 5, 7, 9, 11, 8, 10, 12, 5, 15, 12, 14, 5, 17, 20.

Die Sprünge nach rückwärts sind hier wohl nicht beabsichtigt, jedenfalls sind sie sinnlos; von einem gleichmäßigen Steigen ist hier keine Rede.

Je seltener man die Entfernungen wechselt, um so leichter werden sich diese Irrtümer vermeiden lassen. Sehr brauchbar ist der Vorschlag Dahlfelds, daß man solche Entfernungen anwenden soll, die sich leicht auf 1 m Abstand beziehen lassen. Bei Allgemeinbestrahlungen kommen die Entfernungen 141, 100, 70 und 58 cm in Betracht, bei denen sich die Intensitäten verhalten wie $\frac{1}{2} : 1 : 2 : 3$. Dahlfeld hat auch einen entsprechend eingeteilten Meßstreifen angegeben, der auf dem Brenner befestigt werden kann und von der Mitte desselben senkrecht herabhängt. Mit Hilfe der Dahlfeldschen Methodik läßt sich jeder therapeutische Irrtum vermeiden, der sich aus dem Wechsel des Abstandes früher häufig ergeben hat.

Ein verhängnisvoller Fehler wird in der Weise begangen, wenn der Abstand so klein gewählt wird, daß die Wärmewirkung der Kohlenbogen- oder Quarzlampe zur Geltung kommt, was Verbrennungen verursachen kann. Bei der Bachschen Quarzlampe ist der kleinste statthafte Abstand 25 cm.

Die beste Form der künstlichen Allgemeinbelichtung ist unseres Erachtens die Bestrahlung in Lichthallen, in denen sich der Patient frei bewegt. Denn, erstens bedeutet die Bewegung eine erwünschte Unterstützung der Lichtwirkung, zweitens ist dadurch eine gleichmäßige Bestrahlung gewährleistet und drittens läßt sich durch künstlich geschaffte Reflexion von den Wänden und Decken die Lichtintensität bedeutend erhöhen.

Fehlerhaft gestaltet sich die Technik der Bestrahlungen in der Lichthalle, und ungleichmäßige Reaktionen erhält man, wenn man die Patienten unmittelbar vor den Lampen in unstatthafter Nähe länger stehen läßt und wenn sie immer nur in einer Richtung im Kreise herumspazieren. Diese Fehler lassen sich leicht vermeiden, wenn die Lichtbäder unter ständiger Aufsicht stattfinden; dann kann man sagen, daß die Technik der Hallenlichtbäder eine sehr einfache ist. Unsere Einrichtung hat auch große ökonomische Vorteile.

Das Lichtzimmer muß nach jedem Turnus, evtl. auch zwischendurch sorgfältig gelüftet werden.

Die Dosierung der künstlichen Allgemeinbelichtungen und der künstlichen Lichtbäder wird sich nach ähnlichen Prinzipien richten wie die der Sonnenbäder. Vorsichtige Einschleichung bei Beachtung der individuellen Reaktionsfähigkeit, sowohl an der Haut wie an den kranken Organen. Notwendigenfalls Probebestrahlungen besonders bei der Verwendung neuer Brenner.

In der Lichthalle beginnen wir mit einem Aufenthalt von 5—15 Minuten und steigen entsprechend der Reaktion etwa um $\frac{1}{3}$ der vorherigen Dosis, bis wir eine Stunde erreicht haben. Bei der Bestrahlung mit der Bachschen Lampe bewegt sich die Erstdosis bei 1 m Abstand zwischen 2 und 5 Minuten; mit 2 Bachschen Lampen wird nach Rost in der Weise bestrahlt, daß man die Höhensonnen in 75 cm Entfernung voneinander aufhängt und den Patienten liegend bestrahlt; dabei müssen Vorder- und Rückseite abwechselnd bestrahlt werden. Bei Einzelbestrahlungen mit der Hallenquarzlampe wählen wir gewöhnlich 1 m Abstand oder noch mehr und berechnen die Zeit auch auf 2—5 Minuten bei 1 m.

Die Dosierungsfehler bei künstlichen Allgemeinbestrahlungen sind meist dieselben, denen wir bei den Sonnenbädern begegnet sind: Mangel an Einschleichung, daher Überdosierung, Nichtbeachtung der Herd- und Allgemeinreaktionen, schematische Fortsetzung der Lichtbehandlung trotz nicht zufriedenstellender Haut— und Allgemeinreaktion und Unterlassung der Kombination mit anderen Maßnahmen (Wasser, Seife, Bewegung, freie Luft, sonstige hygienische Maßnahmen), Steigerung der Dosen nach einer festgelegten Minutenzahl und nicht im Verhältnis zur vorangehenden Expositionszeit, übermäßige Vorsicht in der Dosierung, die sich dadurch verrät, daß trotz reaktionslosen Vertragens der Lichtbäder nach 8—10 Tagen sich noch keine Pigmentierung zeigt.

Bei der Kombination von Sonnenbädern mit Quarzlichtbädern ist es ein Fehler, wenn man die Expositionszeiten allein nach dem jeweiligen Grade der Pigmentierung bestimmt. Denn das Quarzlicht vermag bei sonnengebräunten Individuen hie und da stärkere Reaktionen auszulösen, als nach dem Grade der

Pigmentierung in der gegebenen Expositionszeit zu erwarten gewesen wäre. Umgekehrt, stärkere Reaktionen im Sonnenbad nach Quarzlichtvorbehandlung haben wir nicht beobachtet, solche könnten aber auch vorkommen. Wenn man wegen der Witterungsverhältnisse gezwungen ist, künstliches Lichtbad und Sonne abwechselnd anzuwenden, so tut man am besten, wenn man bei der ersten Gelegenheit nur die Hälfte derjenigen Expositionszeit wählt, die man auf Grund der Pigmentierung und der vorangegangenen Behandlung sonst wählen würde.

Bestrahlungsplan und Technik bei nichttuberkulöser Erkrankung. Bestrahlungsplan, Technik und die diesbezüglichen Irrtümer sind hier ähnlich wie bei der Tuberkulose. Bei Dermatosen und auch bei Rachitis klinisch nicht tuberkulöser Individuen kann man etwas freier vorgehen. Sonnenbäder bedürfen keiner Einleitung mit Luftbädern, die Dosen können bis zu 50% gesteigert werden.

Bei Dermatosen müssen vor dem Lichtbad die krankhaften Auflagerungen (Schuppen, Krusten, Talg) nach Möglichkeit entfernt werden. Sonst ist z. B. bei der Psoriasis ihre Wirkung gleich Null.

Ähnlich wie bei der Tuberkulose darf man auch hier sich nicht auf die Lichtbehandlung beschränken, man muß vielmehr alle wirksamen Mittel mit in Kombination ziehen. Als besonders wirksame Unterstützung der Lichtbehandlung möchten wir folgendes anführen. Psoriasis: Kombination von Lichtbädern mit weißer Präzipitatsalbe (Hydrarg. pp. alb. 10,0, Glyzerin 20,0, m. f. susp. aequ. dein adde Vasel. alb.). Entfernung der Schuppen mit 10 % Salizylvaseline und Seifenbädern. Unmittelbar nach dem Seifenbad morgens Lichtbad, das höchstens zu einer minimalen Hyperämie führen soll. Abends Seifenbad und Einmassieren der Salbe in die ganze Körperhaut. Nächsten Morgen wiederum Seifenbad und Licht. Die Kombination von Licht- und Teerbehandlung scheint uns nicht zweckmäßig. Lichen planus: Kombination mit Arsen. Ichthyosis: Kombination mit keratolytischer und Fettbehandlung.

Ein besonderer Irrtum des Bestrahlungsplanes beim Lichen ruber planus, Lichen ruber acuminatus und bei Psoriasis ist, daß man oft nur die einzelnen Herde lokal bestrahlt. Bei diesen Dermatosen befindet sich nämlich die Oberhaut in ihrer ganzen Ausdehnung in krankhaftem Zustande, wie es das Köbner'sche Zeichen bei Psoriasis und das Auftreten von Lichenherden an verletzten Hautstellen beweist. Durch das Lichtbad wird die Dysfunktion der nicht erkrankten Oberhautpartien reguliert. Wir wenden immer Allgemeinbestrahlungen an und haben bei den genannten Kombinationen vorzügliche Erfolge aufzuweisen. Bei Lichen planus und acuminatus verschwindet das Jucken mit einem Schlage, wenige Stunden nach der ersten Bestrahlung, was vom Patienten als eine besondere Wohltat empfunden wird. Die Behandlung darf aber nicht abgebrochen werden, bevor alle klinischen Erscheinungen restlos verschwunden sind.

Auch bei diesen Dermatosen wollen wir die Haut in den Zustand einer chronisch-arteriellen Hyperämie mit kräftiger Pigmentierung versetzen. Eine leichte Hyperämie nach den ersten Bestrahlungen, bevor noch eine Pigmentierung eingetreten ist, ist hier viel eher zulässig als bei der Tuberkulose; ausgesprochene entzündliche Erscheinungen sollen aber auch hier vermieden werden. Bei Psoriasis und Lichen planus sahen wir nach zu starken Lichteinwirkungen häufig neue Eruptionen bzw. Rezidive entstehen, die zweifellos auf eine Provokation durch Licht zurückzuführen sind. Eine solche Provokation kann durch vorsichtige Dosierung vermieden werden.

Auch bei ausgebreiteten subakuten Ekzemen ziehen wir die Allgemeinbelichtung der lokalen Belichtung vor, falls die entzündlichen Symptome eine Lichtbehandlung überhaupt indiziert erscheinen lassen. Große Vorsicht ist hier besonders am Platze. Wir rechnen hier weniger mit der hyperämisierenden bzw. entzündungserregenden Wirkung des Lichtes, vielmehr mit dessen die Verhornung regelnden Wirkung. Der therapeutische Effekt ergibt sich ohne jede klinisch wahrnehmbare Hyperämie.

Indikationen für die örtliche Lichtbehandlung.

Jeder tuberkulöse Herd, der an der Körperoberfläche gelegen ist, oder durch Fisteln mit der Außenwelt kommuniziert (Haut- und Schleimhauttuberkulose. Tuberkulide, offene Knochen- und Gelenktuberkulose, fistelnde Nebenhodentuberkulose, aufgebrochene Lymphome) wird neben der allgemeinen Lichtbehandlung auch örtlich belichtet. Ein Verzicht auf die direkte Lichtwirkung, die auf dem Wege einer regionären Lichtentzündung der Haut Heileffekte zu erzeugen imstande ist, hieße die Behandlung unverhältnismäßig in die Länge ziehen und ist daher ein therapeutischer Fehlgriß.

Wie weit auch bei geschlossener Knochen-, Gelenk- und Drüsentuberkulose die Heilung durch örtliche Bestrahlungen gefördert wird, läßt sich nicht leicht entscheiden, da es ein sehr kostspieliger und wohl auch unstatthafter Versuch wäre, in solchen Fällen auf die Allgemeinbelichtung zu verzichten. Entschieden wertvoll ist unserer Erfahrung zufolge die lokale Belichtung dann, wenn die Haut mit dem tuberkulösen Granulationsgewebe des unter der Haut gelegenen erkrankten Organes verlötet ist. Besonders bei Lymphdrüsentuberkulose haben wir diese Beobachtung machen können. Sonst ist der Wert der örtlichen Bestrahlung bei geschlossenen Herden fraglich, sicherlich umso weniger von Bedeutung, je tiefer das erkrankte Organ unter der Haut gelegen ist.

So wird z. B. die lokale Bestrahlung einer geschlossenen Hüftgelenktuberkulose kaum eine Heilwirkung entfalten. Daran ändert u. E. auch die Anwendung von Strahlenquellen nichts, die reichlich tief penetrierende langwellige Lichtstrahlen aussenden. Die lokale Lichtwirkung beruht auf dem Zustandekommen einer reaktiven akuten Entzündung der Haut mit arterieller Hyperämie und Exsudation, sie beruht nicht einfach auf der Tatsache der Strahlenabsorption. Eine entzündungserregende Wirkung der langwelligen sichtbaren Strahlen, auch bei Verwendung stärkster Intensitäten, ist uns nicht bekannt. Anders verhält es sich mit der Wärmestrahlung. Wärme vermag die Resorption von Zelltrümmern und Exsudaten zu beschleunigen; dieser Wirkungsmechanismus ist aber der eigentlichen „Licht“-Wirkung, die ja zur Exsudation führt, gerade entgegengesetzt.

Jedenfalls ist es ein großer therapeutischer Irrtum, bei tief gelegenen geschlossenen tuberkulösen Herden die sicher wirksame Allgemeinbestrahlung zugunsten der problematischen regionären Bestrahlung zu vernachlässigen.

Unter den Dermatosen kommen in erster Reihe die verschiedenen Formen der Hauttuberkulose für örtliche Bestrahlung in Betracht.

Von den Tuberkuliden ist zur lokalen Belichtung besonders geeignet das Erythema induratum (Bazin), während Lichen scrophulosorum und papulonekrotische Tuberkulide einer lokalen Lichtbehandlung nicht bedürfen, sofern eine allgemeine Belichtungskur eingeleitet worden ist. Lupus pernio und Boecksche Sarkoide scheinen sich gegen Licht oft refraktär zu verhalten.

Der Lupus erythematodes nimmt eine Sonderstellung ein. Eine ganze

Reihe von Arbeiten rühmen die günstige Wirkung des Lichtes bei dieser rätselhaften Erkrankung. Wir selbst haben keine positiven Erfolge gesehen; im Gegenteil sahen wir subakute Aussaate, die mit größter Wahrscheinlichkeit auf Lichtwirkung zurückzuführen waren. Wir möchten unerfahrene Lichttherapeuten warnen, sich an den Lupus erythematodes mit Licht heranzuwagen.

Bei *Acne vulgaris* hat die lokale Belichtung rein symptomatischen Wert. Hier haben wir zweierlei Formen des Lichtreizes zu unterscheiden: 1. die entzündungserregende, welche zur konsekutiven Schuppung führt und gewissermaßen eine angenehme, vielleicht die angenehmste Art der Schälkur darstellt; 2. dürfen wir hier wiederum mit der die Verhornung regelnden Wirkung des Lichtes rechnen. Diese ist es, welche die wohl einer jeder Akne zugrunde liegende Verhornungsanomalie der Follikel zu beseitigen imstande ist. Gerade dieser Seite der Lichtwirkung glauben wir es zu verdanken zu haben, daß die therapeutischen Effekte der lokalen Lichtbehandlung der Akne recht lange anzuhalten pflegen. Wir sehen fast nie sonnengebräunte Gesichter, die von Akne befallen wären. Immerhin begeht man therapeutische Fehler, wenn man sich auf die Lichtwirkung verlassen und versäumen würde, nach den inneren Ursachen der Akne (Erkrankungen und Anomalien des Magendarmtrakts, des weiblichen Genitale, Störungen in der inneren Sekretion der Keimdrüsen) zu fahnden und diese nach Möglichkeit zu beseitigen. Auch die sonstige lokale Behandlung, die Beseitigung der tiefer gelegenen Abszesse und besonders die Entfernung der Komedonen darf nicht vernachlässigt werden. Arzt und Patient müssen sich darüber klar sein, daß es meist die Komedonen sind, aus denen sich die entzündlichen Akneknötchen entwickeln, daß aber ein Komedo durch Licht noch nie entfernt worden ist. Die Lichtbehandlung der Akne ziehen wir entschieden der Röntgenbehandlung vor. Fehlerhaft ist die Indikationsstellung bei dem Folgezustand der Akne, beim „pockennarbigen“ Gesicht. Hier ist mit Licht nichts zu erreichen.

Auch bei *Rosacea* sind vielfach gute Erfolge zu verzeichnen. Daß man bei vollentwickeltem Bild der *Rosacea* mit seiner fibromartigen Bindegewebshyperplasie, wie sie dem Bild des Rhinophyms eigen ist, keinen therapeutischen Effekt erzielt, liegt auf der Hand.

Bei geeigneter Auswahl ist das chronische Ekzem ein dankbares Gebiet der lokalen Lichtbehandlung. In erster Linie kommt der sog. Lichen chronicus vidal in Betracht, vorausgesetzt, daß die Verdickung des Epithels noch nicht zu hohe Grade erreicht hat. Die antipluriginöse Wirkung ist eine prompte, und oft läßt sich eine mehr oder minder langdauernde Heilung erzielen, auch in Fällen, die mit Röntgenstrahlen vergeblich behandelt worden sind. Bei stark hyperkeratotischen, rhagadenreichen Ekzemen, z. B. bei inveterierten Gewerbeekzemen mit ihren mächtigen Infiltraten ist nach unserer Erfahrung die Röntgenbehandlung wirksamer als das Licht. Bei subakuten seborrhoischen Ekzemen, namentlich denen des psoriatiformen Typus ist die Lichtbehandlung oft von Nutzen. Fehlerhaft auch ist die Vernachlässigung der anderen beim Ekzem wirksamen therapeutischen Maßnahmen.

Die Heilung nichtspezifischer Ulzerationen jeder Art, traumatische Wunden, torpide Unterschenkelgeschwüre, die Heilung von Pernioses, vor allem aber die der chronischen Röntgenschädigungen kann durch lokale Lichtbehandlung weitgehend gefördert werden.

Bei der Alopecia areata fällt die Lichtwirkung verschieden aus, auch hinsichtlich der Heilungsdauer ist die Prognose vorsichtig zu stellen. Allzu großer Optimismus ist sicher falsch.

Wir gedenken angesichts der Unregelmäßigkeit der Lichtwirkung der sicherlich nicht einheitlichen Ätiologie. Wir glauben, daß die Lichtbehandlung am ehesten in solchen Fällen rasch zum Ziele führt, in welchen die Erkrankung des Individuums mit Sicherheit mit einer regionär vorhandenen Endemie in ursächliche Verbindung gebracht werden kann. Der Genius epidemicus scheint dabei allerdings auch eine Rolle zu spielen: Patienten aus dem einen Dorfe heilen leichter als Patienten aus einem anderen Dorfe. Am schlechtesten heilt diejenige Erkrankung, die der Patient — vielleicht nicht mit Unrecht — auf nervöse Störungen zurückzuführen geneigt ist; hier wird man das Licht meist umsonst in Verwendung ziehen. Man wird in jedem Fall mit einer mindestens 3 Monate langen Behandlung rechnen müssen. Bei der Beurteilung des therapeutischen Effektes sollte man nie vergessen, daß die Alopecia areata in den meisten Fällen einer spontanen Rückbildung fähig ist.

Über die Indikationsstellung bei anderen Erkrankungen der behaarten Kopfhaut können wir uns kurz fassen: Die Indikation ist nicht gegeben bei „Haarerkrankungen“, die zur narbigen Atrophie und damit zu dauerndem Haarverlust führen (Lupus erythematodes, Folliculitis decalvans, Alopecia atrophicans, Favus usw.), denn das Licht kann weder das Grundleiden heilen noch die Atrophie der Haarpapillen verhüten. Bei nicht atrophisierenden symptomatischen Alopekien (postinfektiöser Haarausfall,luetischer Alopekies, Trichophytie, Haarausfall im Wochenbett, in der Rekonvaleszenz) kann die Lichtbehandlung die Heilung fördern, ebenso wie jede andere hyperämisierende Maßnahme. Sie ist aber oft überflüssig; der Arzt, der eineluetische Alopekies auch mit Licht behandelt, setzt sich dem Verdacht einer Polypragmasie aus.

Eine Sonderdarstellung nimmt die Lichtbehandlung bei den seborrhoischen Alopekien ein, in dem sie hier in geeigneter Kombination mit der medikamentösen Therapie die Wiederherstellung der normalen Verhornung und Talgsekretion in vielen Fällen ganz außerordentlich begünstigt.

Mit diesen Indikationen ist der Anwendungsbereich der Lichttherapie in der Dermatologie nach unseren heutigen Kenntnissen erschöpft.

Unzweckmäßig, zum mindesten überflüssig erscheint uns die vielfach geübte Lokalbehandlung der Trichophytie, da eine Abtötung der Pilze durch Licht nicht möglich ist.

Die Lichtbehandlung wird vielfach (auch in manchen Kompendien) als eine Panazee hingestellt; nichts diskreditiert die Lichtbehandlung mehr als ein derartiges Vorgehen. Man belichtet gutartige und bösartige Geschwülste, Naevi vasculares und pigmentosi und auch andere Pigmentanomalien, die verschiedenartigsten narbigen Zustände, oberflächliche Pyodermien usw. In allerjüngster Zeit sahen wir sogar einen Patienten mit seronegativem Primäraffekt, der in der Leistengegend eine scharf umschriebene Pigmentierung aufwies und erklärte, ein Arzt habe ihn mit der künstlichen Höhensonne bestrahlt! Wenn auch das Licht zum Glück ein Mittel ist, welches in lokaler Anwendung nur selten einen dauernden Schaden anrichtet, so müssen doch derartige Maßnahmen als von Grund auf falsch bezeichnet werden. Aber auch schädlich werden sie, sobald man im Bewußtsein, man hätte therapeutisch etwas geleistet, versäumt, die richtige und wirksame Behandlung einzuleiten.

Darüber hinaus gibt es Krankheitszustände, bei denen die Lichtbehandlung kontraindiziert ist.

Schädlich ist die lokale Lichtbehandlung bei bösartigen Geschwülsten. Karzinome der Haut können durch Licht zu beschleunigtem Wachstum angeregt werden. Ja, wir haben oft beobachten können, daß (besonders in röntgenatrophischer Haut, aber auch sonst) das Licht geradezu die maligne Wucherung ausgelöst hat. Oft allerdings liegt der therapeutischen Verwendung des Lichtes ein Fehler der Diagnose zugrunde.

Wir sahen in einem Falle von Zungenkarzinom, welches, bevor die histologische Untersuchung angestellt worden war, als tuberkulöses Geschwür diagnostiziert und der Lichtbehandlung unterstellt worden war, ein plötzlich einsetzendes rapides Wachstum der Geschwulst.

Des ferneren bildet jede akute Entzündung der Haut eine Gegenanzeige für die Lichtbehandlung. Akute Dermatitis, akute nässende Ekzeme werden durch Licht fast immer verschlimmert. Es ist klar, daß wir in einem Falle, in dem wir vor allem die vorliegenden Entzündungserscheinungen zu bekämpfen haben, nicht zu einem Mittel greifen dürfen, das zur Erzeugung einer akuten Entzündung geradezu berufen ist. Auch zu chronischen Entzündungen, bei denen die Lichtbehandlung an sich angezeigt wäre, gesellt sich häufig eine akute Entzündung; die Lichtbehandlung darf in solchen Fällen nur dann einsetzen, wenn die interkurrente akute Entzündung abgeklungen ist. Hierher gehören die akuten Röntgenschäden, die vielfach durch eine irritative Lichtbehandlung gewaltig verschlimmert werden.

Nur eine Art der akuten Hautentzündung, das Erysipel, soll nach den Angaben einiger Autoren eine Ausnahme bilden. Wir selbst konnten uns von der Wirksamkeit des Lichtes bei Erysipel nicht überzeugen. Im Gegenteil, wir haben eher nach Lichtabschluß eine günstige Beeinflussung der Erkrankung beobachtet. Wir möchten doch dringend empfehlen, die größte Vorsicht bei der Lichtbehandlung des Erysipels walten zu lassen und sie immer als einen — keineswegs harmlosen — Versuch zu betrachten. Man sollte immer daran denken, wie schwer sich der Wert therapeutischer Maßnahmen beim launenhaften und immer unsicheren Verlaufe des Erysipels beurteilen läßt.

Bestrahlungsplan und Technik der örtlichen Belichtung.

Ziel der Lokalbestrahlung tuberkulöser Krankheitsherde ist die Erzeugung akuter Entzündung; diese reaktive Entzündung muß wiederholt erzeugt werden. Fehlerhaft ist die Wiederholung der Bestrahlungen vor dem völligen Abklingen der vorausgegangenen Entzündung, denn eine dauernde Hyperämie in der Umgebung des Krankheitsherdes führt zu einer Erschlaffung der Gefäße und damit zu einem raschen Versiegen der Lichtreaktionsfähigkeit. Eine Lokalbestrahlung tuberkulöser Herde ist unzweckmäßig, wenn sie, unterdosiert, nicht zu klinisch wahrnehmbaren Entzündungen führt. Eine solche unterdosierte Bestrahlung ist zwar als schwache Unterstützung einer Allgemeinbehandlung vielleicht nicht gänzlich wirkungslos, aber der eigentliche therapeutische Zweck der lokalen Belichtung — die reaktive Hyperämie und Exsudation in der gesunden Umgebung des tuberkulösen Gewebes — kommt dabei nicht zur Geltung. Eine Überdosierung liegt dann vor, wenn gesundes Gewebe im Umkreise des Krankheitsherdes zur Nekrose gebracht wird. Einen therapeutischen Nutzen bedeutet eine derartige Schädigung nicht; auf dem direkten Wege der Nekrose kann ein tuberkulöser Herd nicht ausgerottet werden. Die unnötige Reaktion bedeutet einen Zeitverlust, da die Restitutio ad integrum, die bis zur Wiederholung der Bestrahlung

abgewartet werden muß, zu lange Zeit in Anspruch nimmt. Der Grad der erwünschten Entzündung ist je nach der Art der Lichtquelle verschieden. Während bei der Finsenbestrahlung vielfach mit blasiger Abhebung und konsekutiver Schorfbildung gerechnet wird, vermeiden wir beim Quarzlicht jede blasige Abhebung des Epithels.

Fehlerhaft ist die allzu knappe Abgrenzung des tuberkulösen Krankheitsherdes durch Bedeckung. Gesunde Ränder sollen mindestens in $\frac{1}{2}$ cm Breite mitbelichtet werden.

Wie erwähnt, soll bei der äußeren Tuberkulose in jedem Falle kombiniert bestrahlt werden. Die Kombination ist fehlerhaft, wenn durch die Allgemeinbelichtung die lokale Entzündung im Herde übermäßig gesteigert wird. Nach der lokalen Belichtung werden die Herde 1—2 Tage lang im Lichtbad mit einem Verband gedeckt. Eine allzu rasche Anpassung des Herdes an das Licht durch Allgemeinbelichtungen ist nicht zu befürchten, denn bei den lokalen Belichtungen handelt es sich um Lichtintensitäten von wesentlich höherer Größenordnung.

Dieselben Grundsätze wie bei der Lichtbehandlung der Tuberkulose gelten für die Lokalbestrahlung bei der Acne vulgaris, Rosacea, beim chronischen Ekzem, bei den chronischen Röntgenulzera, während wir bei der Alopecia areata der seborrhoischen Alopecie, bei torpiden nichtspezifischen Ulzera, bei Perniones — ebenso wie bei der Allgemeinbestrahlung der Psoriasis und den Lichen — höchstens eine minimale Hyperämie, aber keine Exsudation erzeugen sollen. Die letzteren Krankheitsformen sprechen auf geringere Lichtdosis besser an, was wir auch so ausdrücken können, daß ihre Heilung vielleicht weniger durch den entzündlichen Reiz des Lichtes veranlaßt wird, daß wir vielmehr oft in vordringlicher Weise daneben auch die anderen Komponenten des Lichtreizes in Rechnung zu stellen haben.

Wahl der Strahlenquelle. Zur lokalen Belichtung benützen wir meist künstliche Lichtquellen, da wir mit ihnen eine akute Entzündung in wenigen Minuten erzeugen können. Neben der klassischen Finsenapparatur, der Finsen-Reyn-Lampe und der Kromayer-Lampe, können alle künstlichen Strahlenquellen, die ursprünglich für die Allgemeinbelichtung bestimmt sind, zur lokalen Belichtung herangezogen werden, soweit sie eine genügende Ultraviolettintensität besitzen, um in einigen Minuten eine Entzündung zu erzeugen.

Eine Ungleichmäßigkeit der Reaktion ist die Folge falscher Lagerung. Ein jeder Punkt des Bestrahlungsfeldes muß vom Mittelpunkt des Brenners gleichmäßig entfernt sein. Gekrümmte Flächen müssen geteilt belichtet werden. Am häufigsten wird das Gesicht fehlerhaft bestrahlt, indem man es dem Brenner gegenüber (en face) einstellt; dadurch erleiden Nasenspitze, Nasenrücken und Kinn eine verhältnismäßig starke Reaktion, während die seitlichen Wangenpartien kaum etwas abbekommen. Daher muß jede Gesichtshälfte für sich im Profil bestrahlt werden. Diese Gesichtsbestrahlung kommt am häufigsten bei der Akne vor; die entstellende Ungleichmäßigkeit der Lichtreaktion bedeutet hier eine kosmetische Schädigung. Bei der Lichtbehandlung der Akne ist die Anwendung von großen Autobrillen, die sonst bei der Lichtbehandlung sehr zweckmäßig sind, unstatthaft. Erstens verdecken sie solche Hautpartien, die meist stark von Akne befallen sind, und zweitens wirkt die große, scharf abgegrenzte Aussparung im gebräunten Gesicht kosmetisch unangenehm. Wir bedecken die Augen mit Zellstofftupfern, die mit angenähten, ganz schmalen

Fäden festgebunden werden. Auch die Belichtung der Nase gibt ungleichmäßige Reaktionen, wenn sie nicht seitlich eingestellt wird.

Zur Bestrahlung der ganzen behaarten Kopfhaut (totale Alopekia) genügen bei Benützung der Bachschen Lampe meist drei Einstellungen: vorn rechts, vorn links und Hinterkopf. Sehr sorgfältig ist die Scheitelung bei Frauenköpfen vorzunehmen; nur die Kopfhaut und nicht etwa das Haar soll bestrahlt werden!

Für die Wahl der Entfernung gilt ebenso wie bei der Allgemeinbestrahlung daß man darnach trachten soll, die Abstände selten zu wechseln. Die örtliche Behandlung läßt sich meistens bei ein und derselben Entfernung bis zu Ende durchführen, ohne daß man allzulange Bestrahlungszeiten in Anspruch nehmen müsse. Nach der Dahlfeldschen Anordnung werden für die lokalen Belichtungen die Entfernungen 50, 32, 22, und 18 cm in Betracht kommen. Die Intensitäten bei diesen Entfernungen verhalten sich zur Intensität bei 1 m wie 4, 10, 20 und 30 zu 1. Die Wahl der Entfernung richtet sich nach der Feldgröße und nach der erforderlichen Bestrahlungszeit. Die Bestrahlungszeiten sollen nicht kürzer als 1 Minute gewählt werden.

Fehlerhaft ist es, die Bestrahlungsfläche allzu groß zu wählen, sofern sie zur Entzündung führen soll, wegen der oft bedeutenden subjektiven Beschwerden.

Die Erstdosis wird je nach Lokalisation und Art des Krankheitsherdes, je nach den Eigentümlichkeiten der umgebenden Haut gewählt. Pigmentgehalt und verdickte Hornschicht setzen die Empfindlichkeit herab, Saftgehalt erhöht sie.

Fehlerhaft ist die Beurteilung der lokalen Reaktionsfähigkeit auf Grund von Beobachtungen über die Reaktionsfähigkeit an anderen Körperteilen. Die regionären Empfindlichkeitsunterschiede betragen nämlich oft einige hundert Prozent. Besonders sind Gesicht, Nacken und Hände bei weitem weniger empfindlich als der übrige Körper. Streckseiten sind weniger empfindlich als Beugeseiten, Rückenseite empfindlicher als Vorderseite. Man darf aber nicht glauben, daß die Dosis, die gerade eine starke Hyperämie mit mäßiger Exsudation bewirkt, sich in allzu engen Grenzen bewegt. Wir erhielten bei Probestrahlungen nach 2 und nach 7 Minuten starke Erytheme nebeneinander, die mit dem bloßen Auge nicht zu unterscheiden waren. Wir wählen bei der Lokalbestrahlung mit der Bachschen Quarzlampe als erste Bestrahlungszeit 2—5 Minuten in 30 cm Entfernung und behalten meist diese Entfernung für die ganze Bestrahlungskur.

Falsch ist eine allzu rasche Steigerung der Bestrahlungszeiten, weil dadurch die Reaktionsfähigkeit des Gewebes zu früh erschöpft wird. Eine Dosis, die das erstemal eine starke Entzündung mit den richtigen Qualitäten hervorgerufen hat, wird auch ein zweites Mal, manchmal auch ein drittes Mal zu einer noch ausreichenden Entzündung führen. So sind wir häufig in der Lage, eine örtliche Bestrahlungskur mit Bestrahlungszeiten von höchstens 15—20 Minuten durchzuführen.

Fehlerhaft ist jede differente reizende Behandlung der lichtentzündlichen Haut. Besonders gefährlich ist die Röntgenbestrahlung bei akuter Lichtentzündung. Zur Behandlung der Lichtentzündung bewähren sich am besten feuchte Verbände mit milden Antiseptieis (Borsäure, Zinksulfat, Resorzin), weil sie die rasche Rückbildung der Lichtentzündung, was u. E. notwendig ist,

weitgehend befördert. Salben sind u. E. nicht geeignet; medikamentöse Zusätze zur Salbengrundlage, die die Haut reizen könnten, sind unbedingt zu vermeiden.

Vor der lokalen Bestrahlung muß die Haut von allen Auflagerungen, von Krusten, Schuppen, Salbenresten usw. befreit werden. Eine Seifenabwaschung kurz vor der Bestrahlung erhöht die Lichtempfindlichkeit.

Ein Fehler ist die Bestrahlung von narbig atrophischer Haut. Das Narbengewebe verfällt auch bei mäßiger Dosierung verhältnismäßig leicht der Lichtnekrose; zum mindesten verliert man dadurch Zeit und verursacht dem Patienten unnötigerweise Schmerzen. Narbenzüge innerhalb des Krankheitsherdes sollen bei einigermaßen kräftiger Dosierung durch Pasten, Salben oder farbige Gelatine gedeckt werden.

Ein häufiger Fehler ist die unvollkommene Deckung des übrigen Körpers bei lokaler Bestrahlung. Bei Gesichtsbestrahlungen werden Halsausschnitt, Hände und Unterarme, bei Bestrahlung der beharrten Kopfhaut das Gesicht häufig ungewollt mitbestrahlt. Zur Bedeckung fernliegender Körperteile eignen sich am besten schwarze Tücher, zur Abgrenzung des Herdes angefeuchteter, mit Binden befestigter Zellstoff mit zurechtgeschnittener Öffnung. Der Gebrauch allzu schwerer Stoffe ist bei dieser Bedeckung zu vermeiden; auch die dünnsten Schichten undurchsichtiger farbiger Stoffe genügen zur Abhaltung der biologisch wirksamen Strahlen.

Kosmetisch fehlerhaft ist eine Bestrahlung, welche im Gesicht allzu scharf begrenzte Pigmentflecke zurückläßt. Durch gleichzeitige Allgemeinbestrahlungen oder Lokalbestrahlungen der Nachbarschaft wird dieser Fehler vermieden werden können. Sonst kann man während der Bestrahlung die Deckschichten leicht verschieben oder — bei Zellstoffbedeckung — die Dicke der bedeckenden Schicht gegen die Öffnung zu allmählich verringern. Weniger empfehlenswert ist es, bei jeder einzelnen Bestrahlung verschiedene Grenzen zu wählen; denn man begeht dabei leicht den Fehler, daß man noch gar nicht pigmentierte Hautstellen mit einer Dosis bestrahlt, die für eine bereits genügend angepaßte Haut bestimmt war; dadurch verursacht man fleckförmige Dermatitis, welche wiederum eine kosmetische Schädigung bedeuten können.

D.
Irrtümer der Radiumtherapie

Von

Dr. Elis Berven

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	445
Lokale Wirkung des Radiums	445
Elektive Wirkung des Radiums	445
Dosierung	446
a) Physikalische Dosis	446
b) Biologische Dosis	446
c) Individuelle Dosis	446
d) Ein- oder mehrmalige Bestrahlung	448
e) Reizdosis	448
Verschiedene Formen der Radiumapplikation	449
a) Oberflächenbehandlung	449
b) Distanzbehandlung	449
c) Intratumorale Behandlung	449
Ursachen von Mißerfolgen und Schäden	449
Maligne Tumoren	449
Kutis	449
Okulus	451
Parotis	452
Labium	452
Lingua	452
Bukka	453
Tonsilla	454
Gingiva, Proc. alveol.	454
Pharynx, Ösophagus, Ventrikulus	454
Rektum	454
Cavitas nasi et nasopharyngis	455
Larynx	456
Vesica urinaria	456
Prostata	456
Penis	456
Uterus	457
A. Applikation	457
B. Komplikationen während der Behandlung	457
C. Infektionen	457
D. Komplikationen infolge von Überdosierung	458
1. Rektalschäden	458
2. Blasenschäden	458
3. Schäden am Beckenbindegewebe	458
4. Fisteln	459
E. Fehldiagnosen einfacher sekundärer Radiumveränderungen	459
1. Strangförmige Verdickungen	459
2. Lokale sekundäre Radiumveränderungen	459
F. Unrichtige Behandlung refraktärer Fälle und lokaler Rezidive	459
Vulva	460
Mamma	460
Drüsenmetastasen	461
Benigne Affektionen	462
Myoma	462
Metropathia climacterica	462
Hämangioma	463
Nävi	463
Verrucae et Clavi	463

Einleitung.

Nach den ersten Mitteilungen über die günstigen primären Resultate der Radiumbehandlung bei einer Anzahl maligner Tumoren gingen die Hoffnungen auf einen wirklichen kurativen Effekt stark in die Höhe und man begann kritiklos die Tragweite der Resultate bedeutend zu überschätzen. Als dann zahlreiche Mißerfolge und vor allem zahlreiche, nach der primären Heilung einsetzende schwere Schäden durch die Behandlung bekannt wurden, trat indes ein Rückschlag ein und die Radiumbehandlung geriet in manchen Kreisen in Mißkredit.

Um über die Möglichkeiten der Radiumtherapie und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit resp. Leistungsfähigkeit sowie über die Schäden, die durch Unkenntnis oder Unvorsichtigkeit in der Handhabung der Therapie entstehen können, eine richtige Vorstellung zu bekommen, ist es deshalb notwendig, sich über die Wirkungsweise der Radiumstrahlen und die Grundbedingungen für eine erfolgreiche Therapie klar zu werden.

a) Radium hat eine **lokale Wirkung**, und diese erstreckt sich nicht über die begrenzte Zone, die von den Strahlen erreicht wird, hinaus. Die Prognose ist um so besser, je begrenzter der Tumor ist.

Inwiefern durch diese lokale Wirkung, die wir direkt studieren können, auch eine Art von Immunität zustande kommen kann, ist derzeit unmöglich zu entscheiden, wenngleich einige experimentelle Untersuchungen für eine solche Möglichkeit sprechen.

Mitunter bringen jedoch große Dosen auch eine allerdings relativ unbedeutende Allgemeinwirkung mit sich, bestehend in Übelkeiten und Erbrechen. Dieser sog. Radiumkater hat keinen nachteiligen Einfluß auf den Heilungsverlauf. — Die durch die Strahlung verursachten Blutveränderungen halten sich in sehr mäßigen Grenzen, da nur relativ kleine Partien bestrahlt werden.

b) Das **Radium übt eine elektive Wirkung auf Geschwulstzellen** aus, mit einem spezifischen, für jede Strahlenqualität charakteristischen, pathologisch-anatomischen Bild. Die β -Strahlung (Emanationstherapie) gibt eine ausgesprochen raschverlaufende Einschmelzung des bestrahlten Gewebes, während die γ -Strahlung eine langsamere verlaufende autolytische Degeneration von Zellkern und Protoplasma bewirkt.

Gleichzeitig mit dem Rückgang des Tumors durch Zelltod und sekundäre Gefäßveränderungen im Tumorgebiet geht eine reaktive Entzündung im umgebenden Gewebe vor sich, mit aktiver Hyperämie und seröser Exsudation, Lymphozyten- und Leukozyteninfiltration und Neubildung von Kapillaren und Bindegewebe, wodurch sich im Behandlungsgebiet eine langsame fibröse Umwandlung vollzieht.

Schon 1914 (Hygiea 1914. S. 1170) formulierte Forssell deutlich den Satz, daß es eine unumgängliche Bedingung für ein günstiges Resultat der

Radiumbehandlung sei, daß das den Tumor umgebende normale Gewebe lebensfähig und reaktionsfähig bleibt. Die Bestrahlung muß genau dosiert werden, so daß den Geschwulstzellen der größtmögliche Schaden zugefügt wird, während das normale Reaktionsvermögen des umgebenden Gewebes erhalten bleibt.

Das Resultat der Behandlung ist also in erster Linie nicht der direkt abtötenden Wirkung auf die Geschwulstzellen proportional, sondern auch in hohem Grade von dem Reaktionsvermögen des Bindegewebes und seiner Gefäße abhängig. Man muß sich deshalb in jedem Fall genau innerhalb der therapeutischen Breite halten (i. e. das Verhältnis zwischen der Radiosensibilität der Geschwulst und des umgebenden Gewebes). Wenn die Dosis nicht in den Grenzen gehalten wird, die durch die therapeutische Breite bedingt werden, können Nekrosen mit schweren Leiden für den Patienten die Folge werden.

Ob diese heilende Reaktion seitens des Bindegewebes durch eine direkte Funktionsreizung als Wirkung der Radiumstrahlen verursacht wird, oder ob sie nur eine rein passive Folge der Einschmelzung des Tumors vorstellt, ist immer noch eine wissenschaftliche Streitfrage.

Dosierung.

Die Dosierung der therapeutischen Bestrahlung ist eine komplizierte Sache, da sie von mehreren Faktoren abhängt.

a) Die **physikalische Dosis** wird durch folgende Komponenten bedingt:

I. Die Radiumquantität, II. die Qualität der Strahlen, III. die Behandlungszeit, IV. die Distanz, die Größe des Bestrahlungsfeldes.

Durch Änderung eines oder mehrerer dieser Komponenten können wir die Dosis sowohl an der Oberfläche als in der Tiefe je nach dem Strahlungsbedarf verändern. Alle diese Faktoren lassen sich genau bestimmen, so daß Schäden in dieser Gruppe nur durch mangelhaftes Verständnis und Fehler seitens des Behandelnden entstehen können.

b) Die **biologische Dosis** komplettiert die physikalische. Es muß eine biologische Eichung vorgenommen werden, so daß man für jede Kombination von Radiummenge, Filter, Distanz und Bestrahlungsfeld genau die Zeit kennt, die zum Zustandekommen einer gewünschten Gewebsveränderung nötig ist.

c) Die **individuelle Dosis**. Es ist bei jeder Radiumbehandlung sehr schwer, allgemeine Dosierungsvorschriften zu geben, da die individuelle Dosierung, sowohl in Hinsicht auf den Tumor als auf den Patienten eine so außerordentlich wichtige Rolle spielt. Hierfür ist eine gründliche Schulung in allen die Radiumtherapie berührenden Gebieten erforderlich, eine reiche klinische Erfahrung und ein reifes und kritisches Urteil. Dieses Gebiet ist es, in dem die Quelle der meisten Fehlgriffe und Schäden zu suchen ist.

A. Betreffs der Patienten muß man auf folgende wichtige Faktoren Rücksicht nehmen:

1. Individuelle Variationen bei gesunden Individuen. Diese Schwankungen halten sich in einem relativ begrenzten Rahmen, aber man muß z. B. berücksichtigen, daß die feine Haut eines hellblonden Individuums empfindlicher ist, als die einer Person von brünettem Typus usw.

2. Allgemeinzustand und Alter. Sehr herabgekommene und kachektische Individuen mit großen Primärtumoren, ausgebreiteten Metastasen und schlechtem Blutstatus reagieren in der Regel ungünstig auf die Behandlung, indem sie bereits auf Normaldosen leicht Nekrosen und Schäden bekommen. In diesen Fällen kann man nicht einmal einen palliativen Effekt zustandebringen, sondern verursacht oft schwere Leiden. Eine Behandlung auf die Indikation „ut aliquid...“ vorzunehmen, ist gefährlich, sowohl für den Patienten als für die Radiumtherapie selbst, die dadurch leicht in Mißkredit gerät. Der Zustand des Patienten muß derart sein, daß er die „Resorptionsinfektion“ durch die Tumortoxine und die sonstigen Beanspruchungen, welche die Behandlung mit sich führt, überwinden kann. Alte Individuen reagieren leichter mit Gewebsschäden als junge.

3. Lues, Diabetes, Arteriosklerose und Zirkulationsstörungen im allgemeinen wirken als Komplikation, indem sie auf Grund erschwerter Ernährungs- und Resorptionsbedingungen eine erhöhte Empfindlichkeit für die Radiumstrahlung mit sich bringen. Auch Patienten mit Morbus Basedowii und Hyperthyreoidismus zeigen eine deutlich höhere Radiosensibilität.

B. Betreffs der Tumoren müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden:

1. Die verschiedene Radiosensibilität verschiedener Tumoren, derzufolge jede Tumorform ihre individuelle Dosis fordert.

2. Die Größe, Ausbreitung und Wachstumsart des Tumors bedingen bedeutende Variationen bei der Bestimmung von Tiefen- und Oberflächendosen.

3. Das Verhalten zu umgebenden Geweben spielt gleichfalls eine sehr große Rolle. Wenn ein Tumor in einem stark radiosensibeln Gewebe oder in dessen Nachbarschaft liegt oder wenn er an Knochen oder Knorpel fixiert ist, muß man dies genau beachten, um nicht durch Überdosierung nicht gutzumachende Schäden an diesen Geweben zu verursachen.

4. Infizierte und nekrotische Tumoren reagieren weniger günstig auf die Behandlung und das umgebende entzündlich veränderte, ödematöse Bindegewebe ist stärker radiosensibel als nicht infiziertes. Die „therapeutische Breite“, innerhalb deren man sich bei der Dosierung sicher bewegen kann, ist in diesen Fällen bedeutend geringer als bei nicht infizierten Geweben.

5. Eine vorhergegangene Behandlung des Tumors, wie z. B. Auskratzung, kompliziert die Dosierung durch die Schwierigkeit, danach die Ausdehnung des Tumors und die eventuelle Verschleppung von Geschwulstteilchen durch den Eingriff zu beurteilen. Eine vorausgegangene Röntgen- oder Radiumapplikation erschwert eine neuerliche Radiumbehandlung. Auch wenn die primäre Reaktion nicht einmal die Erythemdosis überschritten hat, bleiben doch sekundäre Gefäßveränderungen im Bindegewebe zurück, die bewirken, daß einmal radiologisch behandelte Gewebe radiosensibler sind als nicht behandelte. Frühere Operationen mit Unterbindung von Gefäßen und narbiger Verheilung, mit verschlechterten Ernährungs- und Resorptionsverhältnissen erhöhen gleichfalls die Empfindlichkeit des Gewebes für Radiumstrahlen und die Gefahr einer Nekrose.

Vor Beginn der Behandlung und Bestimmung der primären Dosis muß eine genaue Untersuchung betreffs der obengenannten Faktoren vorgenommen werden, die das Reaktionsvermögen der Individuen und der Tumoren bedingen. Während des Reaktionsverlaufes müssen alle Reaktionsphänomene

genau beachtet werden, so daß kein vom Normalen abweichendes Phänomen der Aufmerksamkeit entgeht. Schließlich muß man mit allen später eintretenden, sowohl normal vorkommenden als durch Überdosierung oder andere Ursachen entstehenden sekundären Veränderungen nach der Radiumbehandlung genau vertraut sein, um sie richtig diagnostizieren und beurteilen, sowie das weitere therapeutische Vorgehen danach einrichten zu können.

Wenn man es unterläßt, betreffs dieser Beobachtungen minutiöse Genauigkeit einzuhalten, kann ein solches Übersehen und eine dadurch bedingte Fehldiagnose zu einer Behandlung führen, die ausgebreitete sekundäre Nekrosen hervorrufen und dadurch das ganze einmal gewonnene Resultat aufs Spiel setzen kann.

d) Die therapeutische Dosis muß womöglich auf einmal oder auf einige Behandlungen verteilt, binnen kürzerer Zeit gegeben werden.

Das beste Schlußresultat erhält man in der Regel durch eine einzige Radiumbehandlung, durch welche ein vollständiges Verschwinden des Tumors zustande gebracht werden kann. Die Erfahrung hat gelehrt, daß ein Tumor, der durch Radiumbehandlung kleiner geworden aber dann wieder anwuchs, sich bei erneuerter Radiumapplikation oft weniger empfindlich erweist und weniger günstig reagiert. Ebenso erweist sich ein kleiner Geschwulstrest, der nach einer Behandlung zurückbleibt, oft bedeutend weniger radiosensibel als der ursprüngliche große Tumor, und Rezidive in loco sind gleichfalls für eine neuerliche Radiumbehandlung relativ wenig empfänglich. Es ist nicht möglich zu entscheiden, ob die Ursache des ungünstigen Bestrahlungseffektes in diesen Fällen in einer Herabsetzung von Vitalität und Reaktionsvermögen des umgebenden Gewebes durch die wiederholten Behandlungen liegt oder in einer Umstimmung der Radiosensibilität der Tumorzellen. In extremen Fällen kann man ein sehr rasches Wachstum des Tumors in der durch große Radiumdosen geschädigten Umgebung beobachten. In solchen Fällen durch neuerliche Radiumapplikation das Fortschreiten des Wachstums verhindern zu wollen, ist vollständig aussichtslos und führt nur zu Nekrosen und schweren Leiden für den Patienten.

Wenn es notwendig ist, eine verzettelte Bestrahlung zu geben, so darf man mit den neuen Dosen nicht so lange warten, bis der Tumor wieder Neigung zum Wachstum zeigt, oder so lange, daß chronische sekundäre Veränderungen im Bindegewebe eingetreten sind.

e) Eine wachstumsbefördernde Wirkung kleiner Radiumdosen auf Tumorzellen hat nicht wissenschaftlich einwandfrei konstatiert werden können. Die moderne Biologie hat nachgewiesen, daß das Arndt-Schulzesche Gesetz, nach welchem alle Energien in kleinen Dosen reizend, in mittleren Dosen hemmend und in großen Dosen abtötend wirken sollten, nicht allgemeingültig ist. Die pflanzenbiologischen Experimente und die Tierversuche, die man als Beweis für die Gültigkeit des Gesetzes betrachtet hat, bieten für die Deutung sehr komplizierte Verhältnisse, da die nachgewiesene Stimulierung auch ein Symptom einer komplexen Schädigung sein kann, eine Ausfall regulierender Hemmungen und durchaus kein wirklicher Zuschuß an Energie, und schließlich können die gezogenen Schlußsätze nicht als unmittelbar für Geschwulstzellen gültig akzeptiert werden.

Verschiedene Formen der Radiumapplikation.

a) **Oberflächenbehandlung** mit schwächeren oder stärkeren Filtern unter Applikation der Radiumröhrchen an der Oberfläche des Tumors. Die Art des gewählten Filtermetalles spielt wahrscheinlich eine relativ sekundäre Rolle. Im Radiumheim haben wir, den Prinzipien Forssells gemäß, bei Oberflächenbehandlung der Tumoren stets die durch 2—3 mm dickes Blei filtrierte harte γ -Strahlung verwendet und haben nie Schäden gesehen, die der weichen Sekundärstrahlung des Bleies hätten zugeschrieben werden können. Diese wurde durch ausreichende Sekundärfilter fortfiltriert.

b) **Distanzbehandlung** mit einer Behandlungsdistanz von 5—10 cm und 1—2 mm Bleifilter. Diese Behandlungsmethode erfordert sehr große Radiummengen, da die therapeutischen Dosen bis zu 5—10—20 Grammstunden Ra-El. betragen. Bei diesen großen Dosen sind besondere Applikationseinrichtungen erforderlich, um die Gewebe, die außerhalb des Bestrahlungsgebietes bleiben sollen, zu schützen. (Konstruktion von Lysholm, Acta Radiologica, Bd. II S. 516).

c) **Die intratumorale Behandlung** unter Intubierung von Nadeln mit Radiumsalz oder von kleinen Glaskapillaren mit Radiumemanation in den Tumor. Diese Behandlungsform ist nach Ansicht mancher Verfasser mit einem gewissen Risiko infolge Öffnung von Blut- und Lymphgefäßen bei Einführung des Präparates verbunden, wodurch vielleicht vermehrte Metastasierungsgefahr oder Blutungsgefahr herbeigeführt werden kann. Es liegt kein direkter Beweis dafür vor, daß diese Gefahr wirklich besteht, aber manche Verfasser empfehlen eine vorausgeschickte Oberflächen- oder Distanzbehandlung, um dadurch die Gefahren dieser Applikationsform zu vermindern.

Ursachen von Mißerfolgen und Schäden.

- a) Unrichtige Indikationen.
- b) Wahl einer falschen Behandlungsmethode und Fehler bei der Applikation selbst.
- c) Primäre Überdosierung.
- d) Fehldiagnose und neuerliche Behandlung von sekundären Gewebsveränderungen, die, durch vorausgegangene Radiumbehandlung oder andere Ursachen hervorgerufen, in hohem Grade einem rezidivierenden malignen Tumor gleichen können.

Maligne Tumoren.

Hauttumoren, speziell die Gesichtskarzinome, sind die allergünstigsten Behandlungsobjekte der Radiumtherapie. Diese Tumoren kommen in der Regel relativ frühzeitig zur Diagnose, so daß man durch eine einfache filtrierte Oberflächenbehandlung einen ausgezeichneten therapeutischen und kosmetischen Effekt erhält, ohne sich Dosen nähern zu müssen, die primäre Schäden oder sekundäre Gefäß- und Bindegewebsveränderungen mit Indurationen und Nekrosen mit sich bringen. (Betreffs der Applikationstechnik siehe Edling: Acta radiologica Bd. I, 1921, S. 60). Die Applikation ist einfach, die Fixation

leicht; der Patient muß während der Behandlung liegen, um eine Verschiebung des Präparates zu vermeiden.

Man muß darauf achten, daß rund um den palpablen Tumor eine nicht zu kleine Zone mitbestrahlt wird, da sonst leicht ein Rezidiv vom Rande her entstehen kann. Komplikationen seitens des Patienten kommen selten vor; nur bei älteren Leuten muß man auf die Arteriosklerose Rücksicht nehmen und vorsichtig dosieren.

Wichtig ist es, in Erinnerung zu behalten, daß ein Hautkarzinom, das wirklich geheilt ist, eine meist kaum merkliche, im Hautniveau gelegene, mitunter etwas eingesunkene, vollkommen weiche Narbe hinterläßt, meist von der Farbe der Haut, mitunter blässer und mit leicht pigmentierter Umgebung. Ein so geheilter Hautkrebs pflegt selten zu rezidivieren. Jede kleine Resistenz, die sich härter als die übrige Haut anfühlt oder sich über das Hautniveau erhebt, muß den Verdacht auf einen Krebsrest oder beginnendes Rezidiv erwecken. Ein solcher Tumor, meist im Narbenrand gelegen, ist mindestens ebenso resistent wie die ursprüngliche Geschwulst und es wäre zwecklos zu versuchen, ihn mit kleineren Dosen zu behandeln. Es muß da mit genauer Abdeckung der übrigen Narbe eine neue starke Behandlung gegeben werden. Bei kleinen Resten und wenn die erstversuchte Behandlung nicht gelang, ist es am wenigsten riskabel und gibt die besten kosmetischen Resultate, wenn man diese kleinen Resistenzen elektrokoaguliert.

Eine Ausnahme von dieser unkomplizierten Behandlung machen die zerfallenden Tumoren mit Infiltration des darunterliegenden Knochens oder Knorpels, wie man sie an der äußeren Nase, speziell an den Nasenflügeln, am äußeren Ohr, am medialen Augenwinkel und an der Stirne sieht. Durch die Infiltration von Knorpel und Knochen wird die Prognose bedeutend verschlechtert. Von dem nekrotisch zerfallenden Tumor verbreitet sich sehr rasch eine Infektion in die Tiefe, so daß wir eine konsekutive Perichondritis und Periostitis sowie Chondritis und Osteitis bekommen. Der nekrotische Tumor und das infizierte Knorpel- und Knochengewebe geben eine sehr kleine sichere therapeutische Breite für die Dosierung. Bei großen Tumoren erhält man deshalb durch die Behandlung leicht eine ausgebreitete Nekrose des darunterliegenden Knorpels und Knochens. Wenn der Tumor vollständig abgetötet wird, heilen diese Nekrosen unter Sequesterbildung langsam aus, wenn aber ein kleiner Tumorest zurückbleibt, so wuchert er in dem reaktionslosen, nekrotischen Gewebe sehr rasch weiter. Die Tumoren im medialen Augenwinkel haben die Neigung, im Siebbeingebiet in die Tiefe zu wachsen und anderseits die medialen Teile der Augenlider diffus zu infiltrieren. Die Nasenflügelstumoren wachsen in die Oberlippe, das Zahnfleisch und die Kieferhöhle.

Bei diesen an Knorpel und Knochen fixierten Tumoren muß eine mäßig große, filtrierte Oberflächenbehandlung verabreicht werden, die keine Nekrose gibt. Diese Behandlung kann vielleicht vollständige Heilung herbeiführen und reinigt jedenfalls die nekrotische Oberfläche, vermindert die Entzündung und bringt den Großteil des Tumorgewebes zum Verschwinden. Nachdem die Reaktion abgelaufen ist, müssen die zurückgebliebenen Reste operiert werden, da sie in der Regel leicht operabel sind, ohne einen größeren Defekt herbeizuführen. Bei der Operation ist auch darunterliegender Knorpel und Knochen mitzunehmen.

Hautkrebs, der auf der Basis eines chronisch veränderten Gewebes entsteht, sowie solcher nach Lupus vulgaris oder Lupus erythematosus, ist gegen Radiumbehandlung vollständig resistent. Auch vorsichtige Radiumdosen geben leicht ausgebreitete Nekrosen, ohne des Karzinoms Herr zu werden. Die einzig mögliche Therapie in diesen Fällen ist die chirurgische Exzision, am besten durch Elektrokoagulation.

Kleine oberflächliche Hautkrebse auf Basis einer chronischen Röntgen-dermatitis reagieren oft auffällig günstig auf Radiumbehandlung, aber die Dosierung muß mit genauer Unterscheidung und strengster Vorsicht geschehen, um Nekrosen zu vermeiden.

Eine gewöhnliche, normale Radiumnarbe kann jedoch einen Locus minoris resistentiae ausmachen, ohne daß eine Überdosierung vorgelegen zu haben braucht. Ein stärkeres Trauma gegen eine solche Narbe kann ein mürr zerfallendes Geschwür mit wallartigen Rändern und infiltriertem Geschwürsgrund verursachen, das seiner Ausdehnung nach dem behandelten Gebiet entspricht und in hohem Grad krebsähnlich ist. Diese traumatischen Nekrosen sind nicht eben häufig, aber es ist notwendig, daß man sie diagnostizieren kann. Sie unterscheiden sich von Spontannekrosen in überdosiertem, sekundäratrophischem Gewebe dadurch, daß sie nicht die für die Spontannekrosen so charakteristischen, nahezu unerträglichen Schmerzen hervorrufen und dadurch, daß sie relativ rasch heilen. Eine Fehldiagnose derselben als Tumorrezidive mit folgender Behandlung würde einen schweren Überdosierungsschaden geben.

Augenlidtumoren geben gute und kosmetisch zufriedenstellende Resultate mit erstaunlich plastischer Wiederherstellung des Augenlides. Bei der Applikation muß man sorgfältig jeden Druck auf den Bulbus und Scheuern gegen Konjunktiva und Kornea vermeiden, weil durch ersteres — besonders bei älteren Personen — intraokuläre Drucksteigerungen ausgelöst werden, bezw. durch das Scheuern an der Kornea leicht Ulcus-serpens-ähnliche Geschwüre entstehen können. Es ist deshalb ein Fehler, das Auge bei der Behandlung zu kokainisieren, da der Patient dadurch die Möglichkeit verliert anzugeben, ob etwas nicht in Ordnung ist. Der Bulbus selbst ist gegen Radiumstrahlen sehr wenig empfindlich und ich habe nie eine Schädigung desselben durch therapeutische Überdosierung gesehen. Bei mangelhaftem Schutz der Zilien werden diese jedoch sehr leicht epiliert und wachsen nie wieder. Fixation durch Heftpflaster kann man nicht vornehmen, da dieses durch die Tränenflüssigkeit gelöst wird und die Präparate leicht gleiten. Die Fixation muß mit „plastic mass“ geschehen, die nach Erstarren über dem Bulbus eine schützende Hülle gegen den Druck und bei Applikation des Schutzfilters bildet.

Während die Dosierung bei den oberflächlichen Augenlidkarzinomen zufolge ihrer großen Radiosensibilität sehr leicht ist, wird sie bei Tumoren, die den Tarsus infiltrieren oder am Orbitalrand oder am Knochen im medialen Augenwinkel adhärieren, bedeutend schwieriger. Die Gefahr einer Überdosierung mit Nekrose ist hier recht groß und man muß, um ihr zu entgehen, stärker filtrieren und die Distanz vermehren.

Während der Heilung muß der Verlauf genau überwacht werden, damit das Pflasterepithel der Haut, das ein stärkeres Regenerationsvermögen hat, nicht über den Lidrand auf die konjunktivale Fläche hinüberwächst. Wenn dies eintritt, hat der Patient ständig das Gefühl des Scheuerns.

Die epibulbären Melanome und Melanosarkome sollen nicht mit großen, filtrierten Dosen behandelt werden, da sie leicht kleinen schwachfiltrierten Behandlungen weichen. Während der Behandlungszeit soll man dafür sorgen, daß keine Austrocknung der Konjunktiva eintritt.

Parotistumoren können nicht durch eine einfache filtrierte Oberflächenapplikation zur Heilung gebracht werden, da eine solche diesen resistenten Tumoren keine hinreichende Tiefendosis geben kann, ohne beträchtliche und gefährliche Hautveränderungen zu verursachen. Hier muß man zu Distanzbehandlung auf 5—10 cm Distanz greifen und zum Spicken mit Radiumnadeln, um ein Resultat zu erzielen.

Lippenkarzinome, sowohl der oberflächlichen als der infiltrierenden Form, geben gute, dauernde Heilungsergebnisse mit ausgezeichnetem kosmetischem Effekt. Man darf die Applikation nicht mittels Heftpflasterverband oder durch manuelles Anhalten des Präparates an den Tumor ausführen, da die Fixation unsicher wird. Die Applikation muß vielmehr stets mittels „plastic mass“ stattfinden, welche die Lippe isoliert, so daß Bestrahlung von Zahnfleisch und Unterkiefer vermieden wird, während der Tumor Kreuzbestrahlung von den drei möglichen Einfallspforten erhält, nämlich von außen, oben und innen. Diese Kreuzbestrahlung bildet eine wichtige Bedingung für die Erzielung günstiger Resultate bei der gewöhnlichen filtrierten Oberflächenbehandlung.

Große exophytische infizierte Blumenkohltumoren dürfen nicht direkt der Oberflächenbehandlung unterzogen werden, sondern man muß versuchen, die entzündlichen Symptome durch eine kurzdauernde Radium-Distanz- oder Röntgenbehandlung zu beseitigen. 5 bis 6 Tage nach dieser präliminären Resorptionsbehandlung hat sich die Oberfläche gereinigt, das Infiltrat resorbiert, die Druckempfindlichkeit ist verschwunden und der Tumor nun leichter zu palpieren und abzugrenzen. Dadurch wird er viel geeigneter und empfindlicher für die gewöhnliche Oberflächenbehandlung, als er es vorher war.

Wenn der Tumor auf der Seite der Schleimhaut zu deren Umschlag auf den Unterkiefer hinabwächst, darf man die Gefahr einer Nekrose von Zahnfleisch und Mandibula nicht übersehen. In diesem Fall heißt es bei Applikation, Schutzmaßnahmen und Dosierung sehr vorsichtig sein.

Die nach der Operation rezidivierenden Lippenkarzinome sind relativ resistent und die Dosis muß von vornherein durch Vergrößerung der Distanz oder durch intratumorale Behandlung hinreichend groß und tiefgehend gewählt werden. Infolge der verschlechterten Resorptionsverhältnisse in der Narbe ist es oftmals unmöglich, eine gewisse Schädigung von Gefäß- und Bindegewebe mit rückbleibender Infiltration und Ödem in der Lippe zu vermeiden. Es ist sehr wichtig, diese sekundären Infiltrationen nicht fehlzudeuten und als Karzinom aufzufassen, da eine Weiterbehandlung derselben leicht Anlaß zu Überdosierung und Nekrosen geben kann.

Zungenkarzinome gehören zu den Tumoren, für welche die Indikationsstellung der Radiumbehandlung noch nicht klar, sondern immer noch Gegenstand eingehender Erörterung ist. Der Grund hierfür liegt vor allem darin, daß die Durchführung der Behandlung so schwierig ist. Man muß über alle technischen Hilfsmittel in Form von reichlichen Radiummengen für Oberflächen- wie intratumorale Behandlung verfügen, eine hoch ausgebildete Ge-

schicklichkeit in allen Details der Applikationstechnik erworben haben und eingehende Erfahrung über die Einzelheiten des Reaktionsverlaufes besitzen. Ohne diese Bedingungen wird das Resultat meist negativ und für die Radiumbehandlung mißkreditierend. Ferner hat der Zungenkrebs {nahezu alle die Eigenschaften, welche die Dosierung erschweren und leicht zu Überdosierung führen. Er wächst rasch infiltrativ und verfällt in einem frühen Stadium der Nekrose mit Infektion des umgebenden Gewebes; er liegt im gefäßreichen Zungengewebe in der Nähe der Gingiva, der Kiefer und der Speicheldrüsen, die alle stark radiosensibel sind und der Allgemeinzustand des Patienten wird durch die Schmerzen und die erschwerte Nahrungszufuhr rasch herabgesetzt. Schließlich ist es ein häufig durch Tabak, Alkohol und mangelhafte Mundhygiene verändertes Gewebe, in dem er seinen Sitz hat. In ca. 30—35% findet sich auch Lues.

Es ist aussichtslos und gefährlich, große zerfallende Zungenkrebse mit ausgebreiteten Metastasen, desgleichen große Karzinome auf luetischer Basis einer kurativen Behandlung unterziehen zu wollen, da dieselbe in diesen Fällen nur arge Leiden durch schwere primäre Reaktionen und ausgebreitete sekundäre Nekrosen verursacht, ohne Besserung oder Heilung herbeizuführen. Man muß natürlich versuchen, alle nicht allzu ausgebreiteten inoperablen Fälle zu behandeln; operable Fälle in Behandlung zu nehmen, ist man aber erst berechtigt, nachdem man eine eingehende Erfahrung gewonnen hat und die eigenen erzielten Resultate bei inoperablen Fällen auch günstige Erfolge bei den operablen Fällen erhoffen lassen.

Eine durch 2—3 mm Blei filtrierte Oberflächenbehandlung kann nur einen Zungenkrebs ausheilen, der sich höchstens 1 cm in die Tiefe erstreckt. Die Applikation ist sehr kompliziert. Es muß ein besonderer Applikator aus „plastic mass“ angefertigt werden. Der Kontakt zwischen dem Präparat und dem Tumor muß gut und kontinuierlich sein und die Fixation unverrückbar. Mängel in diesen Beziehungen gefährden das ganze Behandlungsergebnis. Die lokalen Verhältnisse machen es unmöglich, durch Verstärkung des Filters und Distanzvergrößerung eine kräftigere für tiefergehende Tumoren ausreichende Tiefendosis zu erzielen und gleichzeitig die empfindliche Umgebung zu schützen. Eine Überdosierung auf der Oberfläche führt nur zu einem raschen Wachstum des Karzinoms in der reaktionslosen Umgebung und zu schweren Leiden für den Patienten.

Es ist deshalb notwendig, die Oberflächenbehandlung mit intratumoraler Applikation von Radiumnadeln oder Emanationspräparaten zu ergänzen. Die beste Applikationsform ist es, den Tumor mit kapillaren Glasröhren zu spicken, die Emanation enthalten, sog. „bare tubes“ oder „sieds“. Die Dosis beträgt ungefähr 0,5—1 Millicurie per Kubikzentimeter Tumor. Durch diese prolongierte Behandlung mit β - und γ -Strahlen wurden bisher die besten Resultate gewonnen. Die Resistenz der verschiedenen Gewebe ist, vor allem durch die amerikanischen Radiologen, genau experimentell untersucht und praktisch geprüft worden, und man braucht bei der angegebenen Dosis keine Nekrosen und sekundären Gewebsveränderungen zu befürchten. Die Behandlung selbst und ihre Indikationsstellung erfordert indes eine sehr eingehende Erfahrung über die Wirkungen der Radiumemanation.

Das **Bukkalkarzinom** darf nicht durch filtrierte Oberflächenbehandlung

lokal am Tumor behandelt werden, da ein solches Verfahren bedeutende Gefahren in sich birgt. Die Schleimhaut besitzt nämlich eine relativ große Radiumsensibilität im Verhältnis zu der unbedeutenden Sensibilität des Bukkalkarzinoms. Das dünne Bukkalgewebe hat schlechte Resorptionsbedingungen und infolge der engen lokalen Verhältnisse ist es schwer, einen hinreichenden Schutz für Gingiva und Alveolarprozesse zustand zu bringen. Die Gefahr der Überdosierung mit Nekrosen ist deshalb bei dieser Applikation sehr groß. Die ungefährlichste Technik besteht in der Implantierung von siefs, ungefähr $\frac{1}{2}$ —1 Millikurie per Quadratcentimeter Tumor und Distanzbehandlung von 5—10 cm Distanz von außen, mit einer Dosis von 15 Grammstunden.

Das **Tonsillarkarzinom** ist sehr wenig radiosensibel und man darf deshalb nicht filtrierte Oberflächenbehandlung allein anwenden, da es unmöglich ist, durch eine solche eine hinreichende Tiefendosis ohne gleichzeitige Schäden an der Oberfläche und in der Umgebung zu erhalten. Es ist deshalb notwendig, den Tumor auch mit „bare tubes“ oder Radiumnadeln zu spicken und Distanzbehandlung von außen zu geben.

Sarkome in den Tonsillen sind dagegen sehr gegen Radium empfindlich und heilen in der Regel nach einer filtrierten Oberflächenbehandlung definitiv aus.

Die Applikation ist sehr leicht auszuführen, vorausgesetzt, daß man ein geeignetes zangenförmiges Instrument besitzt (Acta Radiologica, Bd. II, 1923, S. 313), welches eine unverrückbare Fixation durch längere Zeit ermöglicht. Ohne ein geeignetes Fixationsinstrument ist jede Oberflächenapplikation an der Tonsille unmöglich. Die Anästhesie für die Behandlung darf nicht durch Injektion geschehen, da hierdurch Blut- und Lymphbahnen geöffnet werden können.

Karzinome im Zahnfleisch, in Alveolarprozessen und an diese fixierte Tumoren des Mundhöhlenbodens dürfen nicht mit Radium allein behandelt werden, da die Gefahr ausgebreiteter Knochennekrosen bei den nötigen Dosen nicht zu vermeiden wäre. Eine mäßige Behandlung kann inoperable Tumoren operabel machen, und eine Kombination von Radiumbehandlung und Operation gibt oft gute Resultate. Das Sarkom dieser Regionen ist dagegen sehr radiosensibel und verschwindet in der Regel durch einfache Oberflächenbehandlung, die keinen Schaden verursacht.

Tumoren des Mundhöhlenbodens, die nicht fixiert sind, können durch Oberflächenbehandlung oder durch Implantation von „siefs“ behandelt werden, es ist aber sehr wichtig, dabei für einen genügenden Schutz des umgebenden empfindlichen Gewebes zu sorgen.

Pharynx-, Ösophagus-, Ventrikel- und Darmtumoren sind sehr wenig radiosensibel und da die Technik hier erst in Entwicklung begriffen ist, lassen sich die Möglichkeiten und Gefahren noch nicht übersehen. Bei den Pharynx-tumoren muß man die große Radiosensibilität des Kehlkopfes und die Nekrosengefahr durch Überdosierung und mangelhaften Schutz genau im Auge behalten. Bei Applikation im Ösophagus durch Einführung von Radiumpräparaten in denselben können infolge mechanischer Läsion des Tumors schwere Blutungen entstehen.

Das **Rektumkarzinom** fällt frühzeitig der Nekrose und Infektion anheim, es ist ständig mechanischer Reizung ausgesetzt und wächst in einem chronisch

entzündlich veränderten Gewebe, wodurch es sehr wenig radiosensibel ist. Dazu kommt, daß die Rektalschleimhaut eines der für Radiumstrahlen empfindlicheren Körpergewebe ist. Die therapeutische Breite ist somit gering und die Gefahr einer primären Überdosierung immer groß. Eine filtrierte Oberflächenbehandlung, die den Tumor in wesentlicherem Grad beeinflußt, gibt auch eine heftige Reaktion auf der Schleimhaut, mit lästigen akuten Reaktionsphänomenen und wenn die Oberflächendosis erhöht wird, erhält man leicht eine ausgebreitete Nekrose mit raschem Wachstum des Krebses in der atrophischen Umgebung. Wenn eine primäre Überdosierung stattgefunden hat, wird die nekrotische Schleimhaut abgestoßen und hinterläßt eine speckige, infiltrierte, graugelbe, druckempfindliche Fläche. Und nachher kommt es zu keiner Reinigung dieser Nekrosenfläche, zu keiner Regeneration und Epithelüberwachsung, ein Verhalten, das für diese Radiumschäden im Rektum charakteristisch ist, und dem Patienten durch arge Schmerzen, ständige übelriechende Sekretion und wiederholte Blutungen die größten Beschwerden verursacht.

Bei der gewöhnlichen Oberflächenapplikation durch wurstförmige Applikatoren, die gegen den Tumor hinaufgeführt werden, ist es infolge der lokalen Verhältnisse unmöglich, einen zufriedenstellenden Schutz und gleichzeitig eine ausreichende Tiefendosis und eine exakte Lage des Präparates während der Behandlungszeit zu erreichen. Die Oberflächenbehandlung darf deshalb nicht so stark gemacht werden, daß sie die Rektalschleimhaut schädigt und zu ihrer Ergänzung sind mittels des Proktoskopes intubierte „bare tubes“ oder Nadeln, sowie Radium-Distanzbehandlung von außen erforderlich.

Vor der Behandlung muß immer ein Anus praeternaturalis angelegt werden. Wenn ein Rektumkarzinom durch Behandlung operabel wird, muß es so rasch als möglich operiert werden, da eine in kurativer Absicht weitergeführte Radiumbehandlung oft zu Nekrosen führen kann.

Sekundäre, durch die notwendige starke Dosierung verursachte Veränderungen, wie Infiltrationen in der Wand und Schädigungen des Beckenbindegewebes mit fibröser Induration desselben muß man differentialdiagnostisch genau von Rezidiven unterscheiden können, da eine Radiumbehandlung dieser Gewebeveränderungen ausgebreiteten gangränösen Gewebeerfall veranlassen kann (siehe Zervixkarzinom).

Tumoren in der Nasenhöhle und im Nasenrachenraum gehören zu den dankbarsten aber auch schwierigsten Objekten der Radiumtherapie. Infolge der engen lokalen Verhältnisse ist die Applikation schwierig und es wird nahezu unmöglich, der gesunden Schleimhaut ordentlichen Schutz zu verschaffen. Die Mukosa dieser Region ist sehr radiumsensibel und nach einigemal wiederholter Behandlung kann so hochgradige Atrophie der Schleimhaut eintreten, daß ausgesprochene Ozaenasymptome mit weiten Nasengängen, reichlicher Krustenbildung und starkem Fötor entstehen. Durch längere Zeit ausgedehnte schwache Behandlungen soll man daher vermeiden.

Andererseits können durch primäre Überdosierung schwere Schäden entstehen, infolge von Nekrosen in Knorpel und Knochen, die zu ausgebreiteten Septum- und Gaumenperforationen führen. Es ist deshalb notwendig, diese empfindlichen Partien zu schützen, teils durch Bleischutz und teils dadurch, daß man durch Tamponade die Distanz des Radiumpräparates möglichst groß macht. Zur Applikation im Nasopharynx muß man in jedem Fall einen

besonderen Applikator aus „plastic mass“ anfertigen (Acta Radiolog., Bd. II, 1923, S. 316).

Bei den Nasopharynxpolypen Jugendlicher, welche Geschwülste sich nach Erreichung des 20. Lebensjahres spontan zurückzubilden pflegen, braucht die Behandlung nicht auf ein vollständiges Verschwinden des Tumors, sondern nur auf eine Schrumpfung desselben bis zur Beseitigung des Blutungsrisikos und der Stenosenbeschwerden zu zielen. Der kleine Tumorrest bildet sich dann spontan zurück und durch diese Zurückhaltung bei der Behandlung vermeidet man das Risiko der Schleimhautatrophien.

Bei der postoperativen prophylaktischen Behandlung operierter Oberkiefertumoren mittels Einlegung von Radium in die Operationshöhle muß die Applikation sehr genau geschehen, mit genügendem Schutzfilter, so daß keine Knochennekrosen entstehen.

Behandlung von Hypophysentumoren durch Einführung von Radiumpräparaten in den Sinus sphenoidalis oder über diesen in die Sella turcica ist sehr gefährlich und kontraindiziert, da das Risiko der Infektion mit folgender Meningitis und das Risiko ausgebreiteter Knochennekrosen zu groß ist.

Die **Larynxtumoren** müssen wegen der großen Radiosensibilität des Knorpels mit vorsichtigen Dosen par distance behandelt werden. Die meistverwendete Technik mit Einführung von Radiumpräparaten gegen den Tumor veranlaßt oft mechanische Schädigungen und Nekrosen und ist deshalb ungeeignet. Bei Implantierung von „bare tubes“ durch die Membrana thyreo-hyoidea droht gleichfalls Nekrosengefahr.

Die Behandlung der **Blasentumoren** fordert eine hochausgebildete technische Geschicklichkeit. Die gewöhnliche Oberflächenbehandlung, bei der man nach Vornahme von Sectio alta die Präparate, in Applikatoren von „plastic mass“ eingeschlossen, einlegt, ist mit bedeutenden Gefahren verbunden. Die Blasenschleimhaut ist nämlich relativ stark radiosensibel und reagiert mit starken entzündlichen Symptomen, die dem Patienten starke Beschwerden bereiten und die durch die gleichzeitige Infektion gesteigert werden. Es ist nicht möglich, durch eine einzige Behandlung eine Wirkung zu erzielen, die kräftig genug ist, um den Tumor zum Verschwinden zu bringen; die Behandlung muß wiederholt werden. Auch die Gefahr von Nekrosen mit Begünstigung eines raschen Krebswachstums ist demgemäß groß. Diese Methode ist darum allmählich durch Behandlung mit „bare tubes“ ersetzt worden, deren Implantation man mit Hilfe eines Operationszystoskops vornehmen kann.

Die Behandlung des **Prostatakarzinomes** mittels intratumoraler Applikation von Radiumnadeln durch das Perineum oder die Rektumschleimhaut ist noch in Entwicklung begriffen und die möglichen Gefahren sind noch zu wenig bekannt. Die Behandlung bringt aber beträchtliche subjektive Beschwerden für den Patienten mit sich. Jede Applikation von Radium durch das Rektum ist gefährlich und muß zu Rektalschäden führen.

Peniskarzinom ist sehr empfindlich gegen Radiumstrahlen. Wenn der Krebs in das Corpus cavernosum hineingewachsen ist, läßt er sich durch filtrierte Oberflächenbehandlung unmöglich zur Heilung bringen, da das Penisgewebe gegen die Bestrahlung sehr empfindlich ist und bei Überdosierung mit ausgebreiteten Infiltraten und Nekrosen reagiert. Distanzbehandlung, kombiniert mit Implantation von „bare tubes“ ist hier die ungefährlichste Methode.

Das **Zervixkarzinom**. Indikationen, Technik und Resultate bei der Radiumbehandlung des Zervixkarzinoms gemäß den im Radiumhemmet befolgten Prinzipien sind von J. Heyman im Arch. f. Gyn., Bd. 108, H. 2 und 3, 1918 sowie in The Journ. of Obst. and Gyn. Vol. 31, Nr. 1, 1924 eingehend behandelt worden, weshalb ich diesbezüglich darauf verweise.

A. Die Applikation muß technisch so ausgeführt werden, daß das Infektionsrisiko auf ein Minimum eingeschränkt wird. Vor der Behandlung gründliche Laxierung, Klistier und Vaginalspülung. Die Radiumpräparate sollen durch Kochen und nicht durch Einlegen in Jodalkohol od. dgl. desinfiziert werden. Vagina und Tumorgebiet müssen sorgfältig mittels Benzins gereinigt werden, das sich dem Sublimat, Wasserstoffhyperoxyd und Jodalkohol als überlegen erwiesen hat. Der Zervixkanal wird ohne Gewaltanwendung sondiert und dilatiert. Das Cavum uteri trocknet man mit einem in Benzin getauchten Uterusstäbchen aus, worauf das Radiumpräparat hoch in das Kavum hinaufgeführt wird, womöglich ohne Berührung der nekrotischen Tumoroberfläche.

Auf Grund unserer Erfahrung müssen wir davon abraten, wiederholt große Probeexzisionen oder Auskratzung exophytischer Tumoren vorzunehmen. Durch Öffnung von Blut- und Lymphbahnen vermehren sich nämlich die Möglichkeiten für Infektion und für Disseminierung des Tumors und das Behandlungsergebnis wird verschlechtert.

Die intrauterine Applikation bildet einen wichtigen Teil der Behandlung, da sie die Kreuzfeuerwirkung erhöht und das Anwachsen eventueller Krebsherde und Rezidive im Corpus uteri verhindert. Sie muß gelegentlich schon bei der ersten Applikation vorgenommen werden, da die Dilatation des Zervix sonst durch die Schrumpfung des Zervixkanales und der Fornices erschwert werden kann.

Bei der vaginalen Applikation muß man genau darauf achten, daß die Radiumpräparate das Tumorgebiet decken und fest gegen dasselbe tamponiert werden.

B. Komplikationen während der Behandlung sind selten. In der Regel entsteht eine leichte Temperatursteigerung bis zu 38,5°, die ungefährlich ist. Wenn die Temperatur bis zu 39° und 40° steigt, muß die Behandlung abgebrochen werden, da ihr dann wahrscheinlich Retention infektiösen Sekretes zugrunde liegt und Veranlassung zu komplizierender Pelveoperitonitis werden kann.

C. Infektionen in Form von Salpingo-oophoritis, Pelveoperitonitis oder sogar letaler diffuser Peritonitis können in direktem Anschluß an die Behandlung auftreten und sind dann in der Regel durch einen technischen Fehler bei der intrauterinen Applikation verursacht, wie unzureichende Desinfektion oder Forcierung bei der Dilatation. Sie können aber auch durch latente, bei der Untersuchung übersehene Adnexentzündungen hervorgerufen sein, welche durch die intrauterine Behandlung zum Aufflammen gebracht wurden. Es ist deshalb von größter Wichtigkeit, daß man bei Aufnahme der Anamnese und bei der Untersuchung seine Aufmerksamkeit auf das etwaige Vorkommen dieser Komplikationen richtet, um, wenn sie vorliegen, bei der Behandlung äußerst vorsichtig zu Werke zu gehen. Die schwierigen Infiltrate nach Beckenexsudaten, welche lange Zeit hindurch fortbestehen können, bereiten für die Differentialdiagnose gegen Krebsinfiltrate große Schwierigkeiten. Es ist un-

möglich durch eine einzige Untersuchung zu entscheiden, ob hinter einem solchen Infiltrat ein Karzinom verborgen ist; hierzu ist genaueste Beobachtung durch längere Zeit erforderlich. Das Gewicht der Patientin, ihr Allgemeinzustand, Schmerzen und Blutbild geben eine gewisse Hilfe bei Stellung der Diagnose und Prognose. Wenn eine unnötige neuerliche Radiumbehandlung auf Grund einer Fehldiagnose dieser Infiltrate als Krebs vorgenommen wird, können schwere Schäden in Form ausgebreiteter Nekrosen entstehen.

D. Komplikationen infolge von Überdosierung. Die in den Entwicklungsjahren der gynäkologischen Radiumbehandlung beschriebenen fürchterlichen Schäden in Form eitriger und diphtheritischer Entzündungen und Nekrosen in Uterus, Blase, Rektum, Peritoneum und Dünndarmschlingen mit zahlreichen Todesfällen unter schweren Allgemeinsymptomen kommen nicht mehr vor, seit man es gelernt hat die primäre Überdosierung zu vermeiden. Die Bedingungen und die Klinik derselben möge jedoch hier in Kürze berührt sein.

1. Rektalschäden entstehen infolge der ausgesprochenen Radiumsensibilität der Rektumschleimhaut. Eine Gesamtdosis von 4500 mg-Std. Ra-El. nach der Technik des Radiumhemmets in die Vagina eingelegt, führt im allgemeinen keine Rektalbeschwerden mit sich, während eine Dosis von ungefähr 5000 mg-Std. Ra-El. leichte subjektive und objektive Beschwerden und eine Dosis von über 5000 mg-Std. Ra-El. oft wirkliche Schäden verursacht. Eine intrauterine Dosis von zusammen ungefähr 2600 mg-Std. Ra-El. gibt gleichfalls keine primären oder sekundären Schäden.

Die Rektumschäden treten in der Regel zwischen dem 4. bis 6. Monate bis zu einem Jahre nach Abschluß der Behandlung auf. Sie sind mit großen Schmerzen, Tenesmen, schleimigen und blutigen Stühlen verbunden und haben in schweren Fällen hochgradigen Kräfteverlust zur Folge. Objektiv finden sich alle Grade von Veränderungen von leichter Rötung und Trockenheit der Rektumschleimhaut und ödematöser Infiltration bis zu gangränös zerfallenden Ulzerationen mit wallförmig aufgeworfenen unterminierten Geschwürsrändern, diffusen Beckeninfiltrationen und schließlich Perforationen mit Bildung von Rektovaginalfisteln. Ab und zu kommt es vor, daß Patienten, die eine Überdosierung erhalten haben, leichte subjektive und objektive Symptome von Rektalschäden aufweisen, weshalb es absolut nötig ist, sich diese Symptome gegenwärtig zu halten. Als Ursache der Überempfindlichkeit dieser Patienten ist in einer Anzahl von Fällen Lues nachgewiesen worden, und wahrscheinlich ist es, daß die erhöhte Empfindlichkeit in den meisten Fällen durch schlechte Ernährungs- und Resorptionsverhältnisse infolge von Gefäßveränderungen einer oder der anderen Art verursacht wird.

2. Blasenschäden sind relativ selten, da die Blasenschleimhaut gegen die Radiumstrahlen resistenter ist als die Rektumschleimhaut. Bei Überdosierung können sich indes hier ähnliche Prozesse abspielen wie bei den Rektalschäden und zu ausgebreiteten Nekrosen und Fistelbildungen Anlaß geben.

3. Schäden am Beckenbindegewebe. Gleichzeitig mit den oben beschriebenen Prozessen im Darm entwickeln sich Infiltrate im Beckenbindegewebe von variierender Form und Ausbreitung, je nach dem Grade der Überdosierung. Sie treten in Form von fingerdicken, körnigen Strängen auf, die gegen die Beckenwand ausstrahlen und sich zu großen, schwieligen, beide

Parametrien umfassenden Infiltraten ausbilden und Strikturen von Darm und Uteren verursachen können.

4. Fisteln entstehen als Schlußstadium bei den schweren Schäden an Rektum, Blase und Beckenbindegewebe.

Die durch eine solche primäre Überdosierung erzeugten Veränderungen in Rektum, Blase und Beckenbindegewebe können den Allgemeinzustand geradezu bis zu Kachexie herabsetzen; in der Regel aber erholen sich die Patienten, nachdem sich die Nekrosen abgestoßen haben und Heilung eingetreten ist. Die größte Gefahr bei diesen Schäden ist indes, daß die Frühsymptome der Überdosierung in allerhöchstem Grade den Prozessen bei einem wachsenden Karzinom ähneln und daß die Differentialdiagnose gegen ein solches außerordentlich schwierig ist. Durch Fehldiagnose und infolgedessen erneute Radiumbehandlung an dem vermeinten Rezidiv ergibt sich notwendig eine sehr schwere Überdosierung und eine bedeutend größere Ausdehnung des Schadens, als es bei einer von vornherein richtig gestellten Diagnose nötig gewesen wäre. Sobald man also im Zweifel ist, ob es sich um ein Rezidiv, eine reaktive Entzündung oder um einen Schaden aus der Radiumbehandlung handelt, muß man darum unbedingt exspektativ vorgehen und den Patienten genau beobachten, bis die Diagnose völlig klargestellt ist.

E. Fehldiagnosen einfacher sekundärer Radiumveränderungen. Die gewöhnliche therapeutische Dosis, welche nicht zu klinisch nachweisbaren Schädigungen führt, bewirkt doch gewisse Gefäß- und Gewebeveränderungen, welche sich bei manchen empfindlichen Patienten klinisch manifestieren können.

1. Strangförmige Verdickungen im parametrischen Bindegewebe. Bei manchen klinisch geheilten Fällen tritt 4 Monate bis zu 1 Jahr nach der Behandlung, am häufigsten im linken Parametrium, eine strangförmige, gummiähnliche, körnige Verdickung auf, oft von konisch gegen die Beckenwand anschwellender Form. Sie kann in ihrer Größe und Konsistenz variieren, oft monate- und jahrelang unverändert bestehen bleiben und sich in manchen Fällen schließlich vollständig resorbieren. Der Strang besteht aus fibrösem, nicht sklerosiertem Bindegewebe, mit zahlreichen Herden von Fettzellen ohne Spur von Karzinom.

2. Lokale sekundäre Radiumveränderungen an Portio und Vagina. 6—8 Monate oder längere Zeit nach der Behandlung entstehen bei einem Teile der Fälle erbsengroße und größere Verdickungen der Schleimhaut, sowohl an der Portio als an der Vagina. Sie sind von gummiartiger Konsistenz und resorbieren sich oft im Laufe von 4—8 Wochen, können aber mitunter zu nekrotischen Geschwüren mit mürbem Geschwürsgrund und unterminiertem Rand zerfallen. Sowohl die Bindegewebs- als die Schleimhautveränderungen müssen mit den als Folge der Behandlung entstandenen, unbedeutenden Gefäß- und Bindegewebsschäden in Zusammenhang gebracht werden. Da diese Veränderungen ja in hohem Grade Rezidiven ähneln, ist die Stellung der richtigen Diagnose äußerst wichtig. Eine vorschnelle, irrige Krebsdiagnose und daraufhin vorgenommene neuerliche Radiumbehandlung veranlaßt nur eine ausgebreitete manifeste Schädigung.

F. Unrichtige Behandlung refraktärer Fälle und lokaler Rezidive nach vorausgegangener Behandlung. Wenn sich der Tumor

nach der Behandlung nicht kontinuierlich verkleinert oder, nach initialem Rückgang, im ersten Halbjahr wieder zu wachsen beginnt, handelt es sich mit größter Wahrscheinlichkeit um eine radiumrefraktäre Geschwulst. Es ist dann zwecklos und bringt für den Patienten sehr große Gefahren mit sich, wenn man versucht, das Resultat durch weitere Radiumbehandlung zu verbessern. Die Erfahrung hat nämlich gezeigt, daß ein Tumor, der gegen die Dosen der ersten Behandlungsserie refraktär ist, sich auch gegen wiederholte Dosen mit derselben Technik refraktär erweist. Eine etwaige neuerliche kräftige Behandlung gibt nur Nekrose und in der Nekrose rasches Wachstum des Tumors. Es ist ein leichter Tod für den Patienten, wenn er nur an einem Krebse stirbt, als an Krebs und Nekrosen, die durch Überdosierung erzeugt sind.

Rezidive, die lokal nach einer primären klinischen Heilung auftreten, erscheinen in der Regel im Laufe des ersten Jahres. Sie sind im allgemeinen ziemlich refraktär gegen Behandlung. Wenn die Patientin bei Auftreten des Rezidivs operabel ist, soll sie operiert werden. Ist sie inoperabel, soll das Rezidiv je nach dem vorausgegangenen Reaktionsverlauf mit äußerster Vorsicht behandelt werden, so daß durch diese Behandlung kein Schaden angerichtet wird. In manchen Fällen ist durch Verwendung von „bare tubes“, die in das lokale Rezidiv implantiert wurden, ein guter palliativer Erfolg erzielt worden. Rezidive in den Parametrien und Metastasen sind für lokale Radiumbehandlung unzugänglich und müssen mit Röntgen- oder Radiumdistanzbehandlung angegangen werden.

Als allgemeine Regel für eine neuerliche Behandlung muß das Prinzip gelten, daß sie erst nach Ablauf von mindestens 6—8 Monaten nach der ersten Behandlungsserie vorgenommen werden darf.

Das **Vulvakarzinom** entsteht in einem durch chronisch entzündliche Prozesse beträchtlich veränderten Gewebe mit schlechten Reaktions- und Resorptionsverhältnissen. Es wächst rasch infiltrativ, ulzeriert bald, wobei frühzeitig eine tiefgehende Infektion mit starker Druckempfindlichkeit eintritt. Das Applikations- und Dosierungsproblem wird dadurch sehr schwer lösbar, da die therapeutisch sichere Behandlungsbreite gering ist.

Durch filtrierte Oberflächenapplikation mittelst „plastic mass“ kann man bei minutiös genauer Technik kleine Vulvatumoren zu definitiver Heilung bringen. Bei großen, tiefgehenden Tumoren dagegen muß bei der Oberflächenbehandlung die Dosis so groß genommen werden, daß sie sich der Nekrosendosis für das Vulvagewebe nähert; die Behandlung hinterläßt dann chronische, gummiähnliche Infiltrate, die schwer differentialdiagnostisch von zurückgebliebenen Tumorresten zu unterscheiden sind und bei fehlerhaft erneuter Radiumbehandlung ausgebreiteten Zerfall verursachen. Die geeignetste Applikationstechnik dürfte es deshalb sein, eine mäßige Oberflächenbehandlung oder eine Distanzbehandlung von 5—10 cm Distanz zu geben und diese Dosen durch Implantation von „sieds“ oder Nadeln zu ergänzen. Auch bei der Dosierung der intratumoralen Dosis muß man sehr vorsichtig vorgehen, um nicht sekundäre Nekrosen zu veranlassen.

Bei der Behandlung der **Mammatumoren** begegnen uns im allgemeinen dieselben Schwierigkeiten und drohen dieselben Gefahren wie bei den Hauttumoren. Wenn die Tumoren an den Rippen fixiert sind, muß man besonders

darauf achten, daß durch Überdosierung keine Knorpel- und Knochennekrosen entstehen.

Drüsenmetastasen bei malignen Tumoren sind sehr wenig radiosensibel und viele Patienten mit schön geheilten Primärtumoren gehen an ihren rasch wachsenden Metastasen zugrunde. Alleinige radiologische Behandlung von ausgebreiteten Drüsenmetastasen hat wohl niemals einen kurativen Effekt gegeben. Chirurgische und Radiumbehandlung geben bessere Resultate als die erstere allein.

Die schablonenhafte chirurgische Ausräumung oder radiologische Behandlung der regionären Drüsenregionen mit großen Dosen bei jedem Fall von malignem Tumor dürfte schwerlich biologisch oder wissenschaftlich richtig sein. Die Lymphdrüsen bilden einen Filtrations- und Schutzapparat und sind eines der stärksten Hindernisse des Organismus gegen die Disseminierung von Geschwulstzellen. Dieselben werden im Randsinus aufgefangen und hier festgehalten, und embolische Krebszellen können in den Lymphdrüsen zerstört oder durch fibröse Einkapselung am Wachstum verhindert werden.

Wenn keine Drüsenmetastasen zu palpieren sind, soll man nur den Primärtumor behandeln, nicht aber durch frühzeitige prophylaktische Behandlung die Drüsen atrophisch machen und ihr Reaktionsvermögen herabsetzen. Nachdem der Primärtumor geheilt und ein lokales Rezidivrisiko unwahrscheinlich geworden ist, kann eine prophylaktische Distanzbehandlung der Drüsenregion eingeleitet werden.

Wenn sich palpable Drüsen vorfinden, es aber schwer zu entscheiden ist, ob es sich um Metastasen handelt, soll ein ähnliches exspektatives Verfahren beobachtet werden. Wenn krebsinfiltrierte, operable Drüsen vorhanden sind, soll der Primärtumor behandelt und der Drüsenstatus während der Reaktionszeit sehr genau beobachtet werden, so daß kein weiteres Wachstum stattfindet. Zeigen sie Neigung zu solchem, so ist unmittelbar Radiumbehandlung par distance oder Röntgenbehandlung vorzunehmen. Nachdem der Primärtumor geheilt ist, muß man die ganze Drüsenregion ausräumen und „sieds“ in die Operationshöhle implantieren, was eine bessere Wirkung gibt als Einlegung von Radiumpräparaten in dieselbe. Operable Drüsenmetastasen vor der Operation einer langdauernden Radium- oder Röntgenbehandlung zu unterwerfen, ist unzumutbar, da durch die entstehenden chronischen Bindegewebsveränderungen die Operation und die Heilung erschwert werden.

Eine notwendige Bedingung für dieses individualisierende Verfahren betreffs der Drüsenmetastasen ist es indes, daß der Patient unter organisierter, minutiöser Kontrolle gehalten wird, so daß man nicht durch das Zuwarten die günstige Zeit für die Operation versäumt.

Bei ausgebreiteten Metastasen, wo der Krebs die Drüsenkapsel durchbrochen hat, ist es aussichtslos zu operieren und man erhält das beste palliative Resultat durch Radiumbehandlung auf 5–10 cm Distanz, ergänzt durch Einführung von „bare tubes“ in die Metastasen durch eine Inzisionsöffnung in der Haut. Bei der Implantation dieser „bare tubes“ muß man darauf achten, daß sie der Haut nicht näher als 1 cm gelagert werden, da sonst Hautnekrose entstehen kann. Ebenso darf man sie den großen Nerven- und Gefäßstämmen nicht näher legen als im Abstand von $\frac{1}{2}$ –1 cm. Die Stärke soll nicht höher genommen werden als $\frac{1}{2}$ bis höchstens 1 Millikurie.

Benigne Affektionen.

Myom. Indikationen, Technik und Resultate bei der Radiumbehandlung des Myoms sind eingehend von B. Lundqvist in Acta Gyn. 1922. V. I. Fasc. 3 behandelt, auf welche ich diesbezüglich verweise.

Die intrauterine Technik ist mit Gefahren verbunden, die ihre Verwendung einschränken.

1. Infektionsrisiko. Im Anschluß an die Behandlung können Beckenentzündungen und sogar diffuse Peritonitiden entstehen, die mitunter zu einem letalen Ausgang führen können. Diese entzündlichen Prozesse können durch eine direkte Infektion bei der Applikation selbst verursacht werden (vgl. Zervixkrebs), durch Sekretionsretention während der Behandlung und durch Aufblähen einer alten, latenten Adnexentzündung, die bei der Untersuchung übersehen wurde.

2. Lokale Nekrosen der Uterusschleimhaut mit Infektion intramuraler Myome.

3. Nekrosen submuköser Myome, die bei der Untersuchung übersehen wurden.

Wegen dieser Gefahren haben wir uns seit 1919 im Radiumhemmet zur Behandlung des Myoms der vaginalen Applikation oder der Röntgenbehandlung bedient.

Gegen vaginale Applikation liegt keines dieser Bedenken vor und sie ist sehr leicht auszuführen; Überdosierung mit darauffolgenden Schäden braucht nicht vorzukommen, da die Dosen bei der Myombehandlung weit unterhalb der Risikogrenze liegen.

Der Verwendung der Radiumbehandlung beim Myom sind durch die Größe des Myoms Grenzen gesetzt, indem bei Myomen, die mehr als kindskopfgroß sind, der Abstand zwischen Strahlenquelle und den Ovarien zu groß ist, um mit Beibehaltung einer ungefährlichen Dosierung eine genügende Ovarialwirkung zu erreichen.

Klimakterische Metropathien werden am besten durch intrauterine Applikation behandelt, da das Infektionsrisiko sehr klein und die Differentialdiagnose gegen komplizierende Kontraindikationen, wie z. B. submuköse Myome, leicht zu stellen ist.

Bei der Radiumbehandlung gutartiger gynäkologischer Leiden müssen folgende Vorsichtsmaßregeln eingehalten werden:

1. Genaue Diagnose, evtl. mit Untersuchung der Patientin in Narkose und gleichzeitiger diagnostischer Abrasio, um maligne Neubildung, submuköse Myome oder Adnexentzündungen ausschließen zu können.

2. Aufklärung der Patientin über die Möglichkeit der Behandlung und ihre Begrenzung betreffs evtl. Wiederauftretens der Menses und betreffs der Möglichkeit einer Gravidität.

3. Die Patientin ist ferner darauf aufmerksam zu machen, daß Eintreten eines Ausflusses und unregelmäßige Blutung Symptome einer ernsten Krankheit sein können, die unbedingt sofortige ärztliche Untersuchung erfordern.

In einer Anzahl von Fällen ist nach Behandlung gutartiger gynäkologischer Leiden mit Radium Karzinom aufgetreten, und diese Fälle sind in der Literatur zum Gegenstand einer kritischen Prüfung gemacht worden, um zu

ergründen, ob die maligne Neubildung post oder propter der vorausgegangenen radiologischen Behandlung aufgetreten ist. In keinem der bisher publizierten Fälle ließ sich ein direkter ätiologischer Zusammenhang mit der vorausgegangenen Bestrahlung nachweisen und diese konnte nicht für eine nach ihr entstandene Geschwulstbildung verantwortlich gemacht werden.

Kavernöse Hämangiome reagieren am besten auf Radiumbehandlung. Wichtig ist es, daß ein gleichförmiges Abblassen erreicht wird, weshalb man genau darauf achten muß, daß die Präparate in eine genügend große Distanz kommen, bei der die Grenze zwischen den Präparaten nicht hervortritt, und daß der Druck während der Behandlung gleichförmig wird. Oft sieht man nämlich eine stärkere Abblassung von Partien, die während der Behandlung gegen darunterliegenden Knochen gedrückt waren. Die Behandlung von Hämangiomen muß, da sie oft in den ersten Monaten rasch wachsen, sobald als möglich nach der Geburt des Kindes beginnen. Die Dosen muß man indes mit Rücksicht auf die stark radiumempfindlichen gesunden Gewebe äußerst vorsichtig wählen. Ulzeration und Infektion der Hämangiome bildet keine Kontraindikation für die Behandlung. Die Infektion und die entzündlichen Infiltrate werden günstig beeinflußt und die Heilung geht rascher vor sich.

Die oberflächlichen Hämangiome vom Naevus-flammeus-Typus geben schlechtere Resultate und man muß sich hier lieber mit einem mäßigen Abblassen zufriedengeben, als durch zu weit getriebene Behandlung häßliche Teleangiektasien und Pigmentflecke mit dazwischenliegenden depigmentierten Partien herbeizuführen. Oberflächliche Augenlidhämangiome und teleangiektatische Angiome dürfen nicht mit Radium behandelt werden.

Pigmentierte Nävi sind nicht mit Radium zu behandeln, da diese Behandlung meist häßliche kosmetische Resultate gibt, mit zentraler Atrophie und Depigmentierung, umgeben von einer pigmentierten Randzone.

Warzen geben im allgemeinen gute Resultate. Multiple Warzen einer Kinderhand sollen nicht mit Radium behandelt werden, da andere ungefährliche Therapie gleichgute Erfolge gibt (Magnesiumsulfat). Sehr stark verhornte und die subungualen und periungualen Warzen sind resistenter als die gewöhnlichen Hautwarzen. Sie müssen vor der Behandlung mit Baumwachs erweicht und mit stärkeren Dosen behandelt werden als diese. Bei den subungualen muß man genau darauf achten, daß auch die tiefst unter dem Nagel sitzenden Papillen in das Behandlungsfeld kommen, da sonst leicht Rezidive entstehen. Klavus, der sich infolge von Druck entwickelt, ist sehr wenig radiumsensibel. Wenn eine Warze oder ein Klavus sich gegen die erste Behandlung refraktär erweist, ist er es oft für Radiumstrahlen überhaupt und man soll keine zweite Bestrahlung vornehmen. Wichtig ist es auch, immer die Kontraindikationen aus Rücksicht für den Patienten in Erinnerung zu behalten, wie Zirkulationsstörungen, Arteriosklerose und Lues, da die Hautreaktion in diesen Fällen in der Regel sehr stark und das Risiko der Nekrose groß ist, auch wenn sich die Dosierung in normalen Grenzen hält.

Bei der Menge von benignen Affektionen, welche mit richtiger Radiumbehandlung ein günstiges Resultat geben, muß man vor allem im Auge behalten, daß es ein gutartiges Leiden ist, das mit einem kräftig wirkenden Agens behandelt wird und daß dieses Agens sehr schwere und spät auftretende Schäden hervorrufen kann. Es ist für den Patienten viel besser, seine gutartige

Affektion zu behalten, als auch nur den geringsten Radiumschaden oder eine Atrophie zu bekommen. Unrichtig behandeltes Gesichtshämangiom kann abschreckende kosmetische Resultate geben, und eine Nekrose, die bei Behandlung einer einfachen Verruca plantae pedis entstanden ist, kann monatelang heftige Schmerzen und lebenslange Invalidität verursachen.

Die benignen Affektionen müssen mit Dosen behandelt werden, die eine kaum merkliche Reaktion hervorrufen, und diese Dosis darf nur nach reiflichster Überlegung wiederholt werden. Nimmt man sie stärker, so muß man darauf gefaßt sein, daß kosmetisch entstellende Spätveränderungen in Form von Atrophien mit Teleangiectasien, Depigmentierung und Pigmentanhäufung sowie dauernd zurückbleibende Infiltrate auftreten können. Andererseits kann wiederholte Behandlung mit kleinen Dosen außer zu den obengenannten Folgen zu Nekrosen führen, da das Gewebe durch Summierung der bei jeder Behandlung verursachten unbedeutenden Gefäß- und Bindegewebsveränderungen schließlich so sensibilisiert wird, daß ein wirklich schwerer Radiumschaden entstehen kann. Nur bei großer Erfahrung und eingehender Kenntnis über die biologischen Wirkungen der Radiumpräparate können diese Mißgriffe vermieden werden.

Register.

A

Abdeckung des Patienten 295.
 Abszesse der Lunge 157, 160.
 — parapharyngeale und paraösophageale 49.
 — perityphlitische oder retroperitoneale 115.
 — subphrenische 164.
 Achselhöhlen, Bestrahlung 282.
 Achselweißes s. Hyperidrosis.
 Adenome der Haut, Röntgentherapie 376, 388.
 Adnexentzündungen, Röntgentherapie 344.
 Adnextuberkulose, Röntgentherapie 362.
 Akanthosis nigricans, Röntgentherapie 388.
 Akne, Lichttherapie 437.
 — Röntgentherapie 375, 388.
 Akromioklavikulargelenkspalt 35.
 Aktinomykose der Haut, Röntgentherapie 388.
 — der Lungen 144.
 Allgemeinbelichtung, Indikationen 421.
 — Technik 422.
 — mit Sonnenlicht s. auch Sonnenbäder.
 — mit künstlichem Licht 432.
 Alopie, Lichtbehandlung 438.
 — Röntgentherapie 388.
 Altersveränderungen an Knochen und Gelenken 29.
 Aluminiumfilter 248.
 Amenorrhoe, Röntgenbehandlung 344.
 Amputationsneurome, Röntgentherapie 417.
 Anämisierung, Einfluß auf die Strahlenempfindlichkeit 245.
 Aneurysma aortae 49, 158, 168, 192.
 Aneurysmen der Aorta abdominalis 64.
 — am Herzen 190.
 — der Subklavia 165.
 Angina pectoris 189.
 Angiokeratome, Röntgentherapie 389.
 Angiome, Röntgentherapie 331, 377, 389.
 Antiperistaltik am Duodenum 101.
 Antrumspasmen des Magens 79.
 Aorta abdominalis, Aneurysmen 64.
 — aufsitzende Drüsen- und Tumorschatten 187.
 — Größe der 175ff.
 — isolierte Kalkablagerungen in der 188.

Aorta oblongata 188.
 — Untersuchungstechnik 173ff.
 — Verbreiterung 188.
 — und Wirbelsäulenverbiegungen 189.
 Aortenaneurysma 49, 158, 186, 192.
 Aorteninsuffizienz, Herzschaten bei 191.
 Aortenschatten, Formveränderungen 192.
 — Größenbeurteilung 182.
 — Intensitätszunahme 171.
 — Verbreiterung 171.
 Aortenschattenrand und Wirbelsäulenrand 186.
 Aortenstenose, Herzschaten bei 191.
 Apophysenknorpelscheiben 23.
 Appendizitis und Kolon 115ff.
 Arsenhyperkeratosen, Röntgentherapie 376.
 Arthritis deformans 29.
 — urica 30.
 — — Lichtbehandlung 421.
 Arthritiden 29.
 Arthropathien, tabische 30.
 Articulationes sacroiliacae 39.
 Atelektase der Lunge 156.
 Atherome, Röntgenbehandlung 376.
 Atonie und Hypotonie des Magens 55, 89.
 Atrophie der Knochen 27, 28.
 — der Niere 210.
 Atrophische Stellen in der Knochenspongiosa 27.
 Auge, Strahlenempfindlichkeit 314.
 Augenlidtumoren, Radiumbehandlung 451.

B

Bariumplatinzyanürtablette von Sabouraud-Noiré 258, 260.
 Basedowsche Krankheit 174, 230, 236, 241.
 — Lichttherapie 421.
 — Röntgentherapie 412.
 Basedowstruma, Röntgentherapie 329, 330.
 Bauchfelltuberkulose, Lichttherapie 421, 430.
 — Röntgenbehandlung 361, 400.
 Bauchhöhle, Gefahren der Bestrahlung 319ff.
 Becken, Luxationsfrakturen 22.
 — Täuschungen am 39.
 Beckenbrüche 20.
 Beckenmessung 218.
 Beutelherz bei Myodegeneration 191.

Bifurkationsdrüsen 140.
 Bindegewebe, spezifische Bestrahlungsdosis 240.
 „Bio“ nach Dahlfeld 427.
 Blase, Füllungsbilder 212.
 — Röntgenschädigungen 273, 287, 340.
 Blasendivertikel 212.
 Blasensteine 208.
 Blasen Tumoren, Radiumtherapie 456.
 Blasenüberfüllung und Kolon 115.
 Bleiabdeckung des Patienten 295.
 Bleigliashauben 292.
 Bleigummiplatten als Röntgenschutzstoff 249.
 Blut, Schädigungen durch Röntgenbestrahlung 342.
 Blutergelenke 30.
 Blutkrankheiten, Lichttherapie 421.
 — Röntgentherapie 406.
 Bolussäckchen zum Ausgleich von Körperkonturen 282.
 Borcholin, Steigerung der Strahlenwirkung durch 242.
 Bronchialasthma, Röntgentherapie 403.
 Bronchialdrüsentuberkulose 140.
 — Röntgentherapie 399.
 Bronchialerkrankungen 137.
 Bronchialkarzinom 145, 159.
 Bronchiektasien 138.
 Bronchiolitis obliterans 146.
 Bronchopneumonie oder lobulärexsudative Tuberkulose 144, 145.
 — bei Bestrahlung der Brusthöhle 318.
 Brustbein, Fehlerquellen am 34.
 — Schatten des 141.
 Brusthöhle, Überdosierungen bei Bestrahlung der 318.
 Brustorgane, Untersuchungstechnik 129.
 Brustwand s. auch Thorax.
 Brustwandtumoren 150.
 Brustwirbelsäule, Fehlerquellen an der 34.
 Buchten, Bestrahlung von Körper- 282.
 Bukkalcarzinome, Radiumtherapie 452.
 Bulbus duodeni, Gipfelblase im 98.
 — Veränderungen am 91ff.
 — Verwachsungen 99.
 Bulbusfleck, persistierender 98.

C

Chalikosis pulmonum 146.
 Chinin, Steigerung der Strahlenwirkung durch 242.
 Chirurgische Erkrankungen, Röntgentherapie bei 313ff.
 Choletithiasis 100, 104.
 Cholin, Steigerung der Strahlenwirkung durch 242.
 Chorionepitheliom, Röntgentherapie 360.

Chromoradiometer 258, 260.
 Clavus, Röntgentherapie 376, 389.
 Colitis ulcerosa 117.
 Condylomata acuminata, Röntgenbehandlung 376, 389.
 Coxa valga 37, 39.
 — vara adolescentium 20, 30.

D

Dahlfelds Einheitsreaktionen 427, 433.
 Damenbart, Röntgentherapie 374, 390.
 Darriersche Krankheit, Röntgentherapie 389.
 Darm, Röntgenschädigungen 273, 286, 341.
 — Strahlenempfindlichkeit des 320, 341.
 Darmdosis bei Röntgenstrahlen 240.
 Darmgase, Impressionen auf den Magen 58.
 Darmkarzinom, Frühoperation bei 324.
 Darmspasmus 107ff., 112ff.
 Darmtuberkulose, Lichttherapie 421.
 Darmtumoren, Radiumbehandlung 454.
 Dauersonnenbäder 431.
 Deformitäten des Bulbus duodeni 91ff.
 — der Knochen und Gelenke 32.
 — des Magens 56ff.
 Dekompensation des Herzens, Befund bei 192.
 Dermatitis herpetiformis Duhring, Röntgentherapie 389.
 Dermatomykosen, Röntgentherapie 389.
 Dermatosen, Lichttherapie 435.
 Dextrokardie 188.
 Diabetes, Lichttherapie 421.
 — Röntgenempfindlichkeit bei 241.
 Diathermie, Einfluß auf die Strahlenempfindlichkeit 245.
 Dickdarmtuberkulose 117.
 Dilatation des Herzens 191.
 — des Ösophagus 51.
 Distorsionen 19.
 Divergenzverlust, Quadratgesetz vom 245.
 Divertikel der Blase 212.
 — des Duodenums 102.
 — des Ösophagus 43ff.
 Doppelbestrahlungen, Vermeidung von 231.
 Dosierung bei der Lichttherapie 425.
 — von Radium 446.
 — der Röntgenstrahlen 227ff.
 Dränrohre, verschlufte 215.
 Dreifelderkastrationsmethode 279.
 Drüsen, Bifurkations- 140.
 — an den Lungenwurzeln 140, 146.
 — paratracheale 141.
 — tracheobronchiale 140.
 — in der Oberschlüsselbeingrube und Lungenspitzenbild 135.
 — Bestrahlung von 315.
 Drüsenmetastasen maligner Tumoren, Radiumtherapie 461.

Drüsentuberkulose, Röntgenbehandlung 397.
 Ductus Botalli, Herzbild bei Persistenz 191.
 Dünndarmblähung 109, 110.
 Duodenalgeschwür s. Ulcus duodeni.
 Duodenalstenose 64.
 Duodenum, Antiperistaltik am 101.
 — Divertikel 102.
 — Impressionen 95.
 — Karzinome 103.
 — Untersuchungstechnik 91.
 Dysmenorrhoe, Röntgentherapie 344.
 Dystrophia adiposogenitalis, Röntgentherapie 415.

E

Echinokokkus der Lunge 160.
 Einschmelzungsherde im Knochen, entzündliche 27.
 Einstelltechnik, Zielfehler 288ff.
 Eisenstaublung 146.
 Ektasie des Magens 55.
 Ekzema chronicum und Röntgenempfindlichkeit 241.
 Ekzeme, Lichttherapie 422, 436, 437.
 — Röntgenbehandlung 376, 389.
 Elektroskop von Winaver 262.
 Elephantiasis, Röntgentherapie 379, 389.
 Ellbogengelenk, Fehlerquellen am 35.
 — Brüche 25.
 — Luxationen 22.
 Emphysema pulmosum s. Lungenemphysem.
 Emphysemherz 174.
 Entzündungen von Knochen und Gelenken 26.
 Entzündungsdosis bei Röntgenstrahlen 240.
 Enzytol, Steigerung der Strahlenwirkung durch 242.
 Epiphysenknorpelscheiben 23.
 Ernährungsstörungen an Knochen und Gelenken 30.
 Erysipel, Lichtbehandlung 439.
 — Röntgenbehandlung 389.
 Erythema induratum, Lichttherapie 436.
 — perstans faciei, Röntgentherapie 389.
 Erythemdosis 263.
 Erythrodermia exfoliativa, Röntgentherapie 389.
 Exostosen, kartaliginäre 32.

F

Favus, Röntgentherapie 389.
 Felderwähler 269.
 Felsenbein, Strahlenempfindlichkeit 314.
 Fibrome der Haut, Röntgentherapie 376, 389.
 Filteralarmgerät 248.
 Filtersekundärstrahlung 249.
 Filtrierung der Röntgenstrahlen 247.
 Fingerfrakturen 37.

Fingergelenke, Absprengungen an 20.
 — Luxationen 22.
 Fingerknochen, Täuschungen an den 37.
 Fingerpanaritien 37.
 Flexura lienalis, Verwachsung 107.
 Fokushautabstand 246.
 Follikulitis, Röntgentherapie 390.
 Frakturen 19.
 — der Finger 37.
 — des Radius 36.
 — der Ulna 36.
 Frakturkallus 25.
 Frakturlinien, Vortäuschung von 23.
 Fremdkörper im Herzen 191.
 — Lokalisation 216.
 — in der Lunge 135.
 — über dem Thorax und Lungenbild 135.
 — verschluckte 215.
 Frequenzzähler 256.
 Frostbeulen, Lichttherapie 437.
 — Röntgentherapie 378, 390.
 Frühreaktion auf Bestrahlung 229.
 Füllungsdefekte des Kolons 106.
 — des Magens 57, 58.
 Furunkel, Röntgentherapie 378, 390.
 Fußgelenk, Luxationsfraktur 22.
 — Täuschungen am 40.
 Fußwurzelknochen, Abquetschungen an 20.
 Fußwurzeltuberkulose 27.

G

Gangrän der Lunge 157.
 Gasfüllung des Darmes und Magenform 58.
 Gastrektasie s. Ektasie.
 Gastropptosis s. Ptosis.
 Gastropasmus s. Spasmen.
 Gebißteile, verschluckte 215.
 Gefäße, Kalknachweis in 171.
 — Untersuchungstechnik 173ff.
 Gehirn, Strahlenempfindlichkeit 314.
 Gelenke, Bestrahlung von 280.
 — Bluter- 30.
 — Entzündungen 26.
 — senile Veränderungen 29.
 — Spaltbildungen in 24, 35.
 — Verletzungen 19ff.
 Gelenkdeformitäten 32.
 Gelenkfrakturen 19ff.
 Gelenkknorpel, spezifische Strahlendosis 240.
 Gelenkknorpelverletzungen 20.
 Gelenkkonturen, Unschärfe im Röntgenbild 29.
 Gelenkkontusionen 19.
 Gelenkspalten 29.
 Gelenktumoren 31.
 Gelenkverletzungen 26.
 Genitalblutungen s. Uterusblutungen.
 Genitaltuberkulose der Frau, Röntgentherapie 361.

Geschosse im Herzen 191.
 Geschwülste s. Tumoren.
 Geschwüre s. Ulzera.
 Gesichtskarzinome, Radiumbehandlung 449.
 Gewebe, Strahlenempfindlichkeit der verschiedenen 239.
 Gewebsäquivalentschicht 267.
 Gesichtsnebenhöhlen 219.
 Gicht s. Arthritis urica.
 Granulosis rubra nasi, Röntgentherapie 390.
 Grippepneumonie 137, 138, 144, 145, 156.
 Gynäkologie, Radiumbehandlung in der 457, 462.
 — Röntgentherapie in der 337ff.

H

Haftpflicht bei Röntgenschädigungen 225.
 Hakenform des Magens 54.
 Halbwertschicht in Kupfer 250.
 Halsdrüsen, Röntgenbehandlung 398.
 Halsrippen 34.
 Halswirbelsäule, Fehlerquellen an der 34.
 Hämangiome, Radiumbehandlung 463.
 — Röntgentherapie 331.
 Handwurzelknochen, Frakturen 20.
 Handwurzelluxationen 36.
 Haut, Röntgenverbrennungen 132, 224, 225, 237, 248.
 Hauteinheitsdosis 263.
 Hautfalten, Gefahren bei Bestrahlung von 282.
 Hautkrankheiten, Röntgentherapie bei 367ff.
 Hautödeme, induziertes, als Bestrahlungsfolge 237.
 Hautödeme, Röntgentherapie 379.
 Hautpigmentierung als Bestrahlungsfolge 237.
 Hautreaktion bei Lichtbehandlung 427.
 Hauttuberkulose, Röntgentherapie 375, 392.
 Hauttumoren, Radiumbehandlung 449.
 Hauttumorenschatten und Lungenbild 135.
 Heizstromschwankungen 256.
 Heiztransformator 256.
 Hernia diaphragmatica 162, 164.
 Herz, Beutel- 191.
 — Birnform bei Mitralstenose 191.
 — dekompensiertes 192.
 — Dilatation 191.
 — Emphysem- 174.
 — Entenform bei Aorteninsuffizienz 191.
 — Formveränderungen 191.
 — Fremdkörper im 191.
 — Größe des 175ff.
 — Größe der einzelnen Höhlen 179.
 — und Hilusschatten 186.
 — Hypertrophie 191.
 — Kugelform 191.
 — Lageanomalien 187.

Herz, Lungenbild bei dekompensiertem 192.
 — Messung durch Orthodiagraphie 176ff.
 — — durch Fernaufnahmen 177ff.
 — Myodegeneration 191, 192.
 — Myokarditis 174.
 — normales Bild 184.
 — Orthodiagramm des, s. Orthodiagramm.
 — Panzer- 189.
 — und pleuritische Verwachsungen 188.
 — Pulsationserscheinungen am 185.
 — flatternde Pulsation bei Basedow 174.
 — Pulsation bei Dekompensation 175.
 — übertriebene Pulsation bei Herzneurosen 174.
 — Fehlen der Pulsation bei Pericarditis exsudativa 175.
 — schlaaffe Pulsation bei Myodegeneration 174.
 — normale Randbogen 190.
 — respiratorische anormale Verschiebung 174.
 — schlaffes 191.
 — und Skoliosen 186, 187.
 — und Thoraxdeformitäten 187.
 — Tonus 191.
 — Tropfen- 174.
 — Untersuchungstechnik 173ff.
 — Verlagerung 174.
 — Walzenform bei Aortenstenose 191.
 — -Lungenquotient 181.
 Herzaneurysmen 190.
 Herzhöhlen 190.
 Herzinsuffizienz, Lungenerscheinungen bei 192.
 Herzneurosen, übertriebene Pulsation bei 174.
 Herzhöhr 191.
 Herzschaten und Lungenschatten 185, 187.
 Herzsteckschüsse 191.
 Hilusdrüsen, vergrößerte 49, 158.
 — verkalkte 216.
 Hilusdrüsentuberkulose 162.
 Hilusschatten und Herzbild 186.
 — und Lungenzeichnung 137.
 Hilustumor oder Pneumonie 155.
 Hiluszeichnung, verstärkte 140.
 Hinken, intermittierendes 189.
 Hochspannungsgleichrichter, rotierender 256.
 Hochspannungsverletzungen 298.
 Hodentuberkulose, Lichtbehandlung 430.
 Hodgkinsche Krankheit, Röntgenbehandlung 377, 390, 410.
 Höhensonne, künstliche 424, 433.
 Hüftluxationen, angeborene 33.
 Hühnerauge, Röntgentherapie 376, 389.
 Hühnerbrust und Herzbild 187.
 Humeruskopfbrüche 20.
 Humeroradialgelenk 36.

Humerusschaftbrüche 25.
 Hydradenitis suppurativa, Röntgenbehandlung 378, 392.
 Hydroa aestivalis, Lichttherapie 422.
 Hydronephrose 210.
 Hyperämisierung, Einfluß auf die Strahlenempfindlichkeit 245.
 Hyperidrosis, Röntgentherapie 375, 390.
 Hyperkeratosen, Röntgentherapie 375, 376, 390.
 Hypernephrome, Knochenmetastasen 32.
 Hypertonie des Magens 90.
 Hypertrichosis, Röntgentherapie 374, 390.
 Hypertrophie des Herzens 191.
 Hypophysentumoren, Radiumtherapie 456.
 — Röntgentherapie 414.

I

Ichthyosis, Lichtbehandlung 422, 435.
 — Röntgentherapie 375.
 Idiosynkrasie gegen Röntgenstrahlen 225.
 Ileus 105ff.
 Impressionen des Duodenums 95.
 — des Magens s. Magenimpressionen.
 Induration der Lunge 156.
 Infarkt der Lunge 156.
 Infiltration, epituberkulöse 145.
 Inguinaldrüsen, Röntgenbestrahlung 398.
 Intensimeter von Fürstenau 258, 261.
 Intensitätsmessung von Lichtquellen 426.
 Intensivreformapparat der Veifawerke 254.
 Jonometer 258.
 Jontoquantimeter 258, 263ff.
 Ischias, Röntgentherapie 417.
 Joddepots in Haut und Lungenbild 135.

K

Kalkablagerungen in der Aorta 188.
 — in den Koronargefäßen 189.
 — im Perikard 189.
 Kalkaneusepiphyse 23, 24.
 Kalknachweis in Gefäßen 171.
 Kallus 25.
 Kalzium, wolframsaures, zur Verstärkung der Strahlenwirkung 243.
 Kanäle im Knochen 24.
 Kardiasausgüsse, nischenähnliche 75.
 Kardiospasmus 46, 51.
 Karzinome, Operation oder Röntgentherapie 324ff.
 — zu starke Frühreaktion bei 327.
 — der Augenlider, Radiumbehandlung 451.
 — der Bronchien 145, 159.
 — des Darmes 324.
 — des Duodenums 104.
 — des Gesichts, Radiumtherapie 449.

Karzinome der Haut, Radiumbehandlung 449.
 — — — Röntgentherapie 377, 390.
 — der Knochen 32.
 — des Kolons 111, 112.
 — der Lippen, Radiumtherapie 452.
 — der Lungen 145, 158.
 — des Magens 46, 58, 64, 66, 71, 72, 77, 324, 326.
 — der Mamma 318, 324.
 — des Ösophagus 43ff.
 — des Ovariums, Röntgentherapie 359.
 — des Penis, Radiumbehandlung 457.
 — der Prostata, Radiumtherapie 456.
 — des Pylorus 70, 88.
 — des Rektums 110, 280, 454.
 — der Tonsillen, Radiumtherapie 454.
 — des Uterus 280, 286.
 — — — Radiumtherapie 457.
 — — — Röntgentherapie 351.
 — — — kombinierte Röntgen-Radiumbehandlung 358.
 — der Vulva, Radiumtherapie 460.
 — — — Röntgenbestrahlung 360.
 — im Zahnfleisch, Radiumbehandlung 454.
 — der Zunge, Radiumbehandlung 452.
 — s. auch Tumoren.
 Karzinommetastasen in der Lunge 160.
 Kaskadenform des Magens 58.
 Kastration, Röntgen- 273ff., 287, 342ff.
 — dreifelder- 279.
 — Vierfelder- 273.
 Kavernen, bronchiektatische 138.
 — Diagnose 146.
 Kavernome der Haut, Röntgentherapie 376.
 Keloide, Röntgenbehandlung 376, 390.
 Keratoma palmare s. plantare, Röntgenbehandlung 376, 390.
 Keuchhusten, Lichttherapie 421.
 Kienboeck-Quantimeterstreifen 258, 261.
 Kilovoltmeter 253.
 Kinder, Strahlenempfindlichkeit der Gewebe bei 241.
 Klavikula s. Schlüsselbein.
 Klumpfuß 33.
 Kniegelenk, Täuschungen am 39.
 Kniegelenksarkome 32.
 Knochen, Entzündungen der 26.
 — entzündliche Einschmelzungsherde 27.
 — Ernährungsstörungen 30.
 — senile Veränderungen 29.
 — Spaltbildungen in 24, 35.
 — Strahlenempfindlichkeit 314.
 — spezifische Strahlendosis 240.
 — überzählige 23.
 — Verletzungen 19ff.
 — Wachstumsschädigung kindlicher 329.
 Knochenatrophie 27, 28.

Knochenbrüche s. Frakturen.
 Knochendeformitäten 32.
 Knochengeschwülste 31.
 Knochenhämatome, okkulte 20.
 Knochenkanäle 24.
 Knochenkonturen, Unschärfe im Röntgenbild 29.
 Knochenmetastasen der Hypernephrome 32.
 Knochenstücke, verschluckte 215.
 Knochenverrenkungen s. Luxationen.
 Kohlenbogenlichtbehandlung 424, 433.
 Kohlenstaublung 146.
 Köhlers Metallnetzschutz 238.
 Köhlersche Krankheit am Os navic. pedis 31.
 — an den Metatarsalköpfchen 31.
 Kolon und Appendizitis 115ff.
 — Doppelflintenform 106, 107.
 — und Dünndarmblähung 109.
 — physiologische Enge 105.
 — entzündliche Erkrankungen 117ff.
 — Füllungsdefekte 106.
 — Karzinome 111, 112.
 — Kontrastmittelstockung 106, 107.
 — Konturveränderung 115.
 — Obstipation und 106, 107.
 — und Ruhr 117.
 — Spasmus 107ff., 112ff.
 — Stenose 105, 106, 107ff.
 — Tuberkulose 117.
 — Kompression und Verlagerungen durch Tumoren 114, 115.
 — Ulzerationen 106, 107, 117.
 — Untersuchungstechnik 104.
 — Verwachsungen 106, 107.
 Komedonen, Röntgentherapie 375, 389.
 Kompression des Ösophagus 49.
 — Einfluß auf die Strahlenempfindlichkeit 245.
 Koprostate im Kolon 106.
 Koronargefäße, Verkalkungen 189.
 Kraurosis vulvae, Röntgentherapie 363.
 Krebs s. Karzinom.
 Kreuzfeurdosierung 268, 271ff.
 Kreuzgegend, Täuschungen in der 37.
 Kugelfunkstrecke 255.
 Kugelherz 191.
 Kupfer, Halbwertschicht in 250.
 Kupferfilter 248.
 Kyphoskoliose 33.

L

Larynx, Gefährdung bei Bestrahlung 315.
 Larynxknorpel, Entzündungsdosis 240.
 Larynxtuberkulose, Lichttherapie 421, 430.
 Larynxtumoren, Radiumtherapie 456.
 Larynxverknöcherungen 216.
 Latenzzeit der Strahlenwirkung 227.
 Leber, Strahlenempfindlichkeit 322.
 — spezifische Strahlendosis 240.

Leberimpression auf den Magen 60.
 Lendenwirbel-Kreuzbeingegegend 37.
 Lendenwirbelsäule, Fehlerquellen an der 34.
 Lepra, Röntgentherapie 390.
 Leukämide, Röntgentherapie 377, 390.
 Leukämien, Röntgentherapie 408.
 Leukozytose, Röntgen- 229.
 Lichen, Lichtbehandlung 422, 435, 437.
 — Röntgentherapie 376, 391.
 Lichtdosierung 425.
 Lichthallen 434.
 Lichttherapie mit Allgemeinbelichtung 421 ff.
 — — — Indikationen 421.
 — — — Technik 422.
 — lokale 436 ff.
 — — Indikationen 436.
 — — Kontraindikationen 439.
 — — Technik 439.
 Lipome der Haut, Röntgentherapie 376.
 Lippenkarzinome, Radiumtherapie 452.
 Lochkameraaufnahmen 294.
 Lunge, Fremdkörper in der 135.
 Lungenabszeß 157, 160.
 — oder Pleuraexsudat 150.
 Lungenaktinomykose 144.
 Lungenatelektase 156.
 Lungenbild bei dekompensiertem Herzen 192.
 — Täuschungen durch extrathorakale Schatten 134, 142.
 Lungenchinokokkus 160.
 Lungenemphysem oder Pneumothorax 147.
 — und Lungenzeichnung 137.
 Lungenentzündung s. Pneumonie.
 Lungengangrän 157.
 Lungeninduration 156.
 Lungeninfarkt 156.
 Lungeninfiltration, epituberkulöse 145.
 Lungenkarzinome 145, 158.
 Lungenkavernen s. Kavernen.
 Lungenrotz 144.
 Lungenschatten und Herzschaten 185, 187.
 Lungensyphilis 144.
 Lungenspitzenbild, Irrtümer beim 135, 141 ff.
 Lungenspitzen tuberkulose 139, 141 ff.
 Lungenstreptotrichose 144.
 Lungentuberkulose, irrtümliche Diagnose 134, 137, 138, 139, 140 ff.
 — Erkennung 138 ff.
 — aktive, latente, ausgeheilte Herde von 141.
 — hämatogene disseminierte 145.
 — produktive und exsudative 143.
 — Primäraffekte im Kindesalter 139.
 — Lichttherapie 421.
 — Röntgentherapie 401.
 Lungentumor oder Pleuraexsudat 148.
 Lungentumoren 158.

Lungenwurzelldrüsen 140, 146.
 Lungenzeichnung, Beurteilung der 136.
 — Verstärkung 140.
 Lupus erythematodes, Lichttherapie 436.
 — Röntgentherapie 378, 391.
 — pernio, Lichttherapie 436.
 — vulgaris, Röntgentherapie 375, 392.
 Luxationen 21ff.
 — der Handwurzelknochen 36.
 — der Hüfte 33.
 — der Ulna 36.
 Luxationsfrakturen 22.
 Lymphangiome, Röntgentherapie 331, 376, 391.
 Lymphdrüsen s. Drüsen.
 Lymphome, Röntgentherapie 377.

M

Madelung'sche Deformität 36.
 Magen, Füllungsdefekte 57, 58.
 — Strahlenempfindlichkeit des 319.
 — Untersuchungstechnik 52, 86.
 Magenatonie und -hypotonie 55, 89.
 Magenektasie 55.
 Magenform 54ff.
 Magengeschwür s. Ulcus ventriculi.
 Magenimpressionen 56ff.
 — durch Darmgase 58.
 — durch die Leber 60.
 — durch die Milz 60.
 — durch Skeletteile 57.
 — durch extraventrikuläre Tumoren 62.
 Magenkarzinom 46, 58, 64, 66, 71, 72, 77.
 Magentumoren, Radiumbehandlung 454.
 Magennischen 69ff.
 Magenptosis 55.
 Magensekret in nüchternem Zustande 55, 56.
 Magen spasmen 79ff.
 Magentonus 89.
 Magenverwachsungen 82ff.
 Magenähnelung 85.
 Mammakarzinom, Frühoperation bei 324.
 — Radiumtherapie 460.
 — Röntgentherapie 318.
 Mammaschatten und Lungenbild 134.
 Mastdarmkarzinom 110, 280.
 Mastodynie, Röntgentherapie 344.
 Mediastinalerkrankungen 165.
 Mediastinaltumor oder Aneurysma 168.
 Mediastinaltumoren 49, 51, 140, 317, 318, 327.
 Mediastinitis 165.
 Melanome, Röntgenbehandlung 377.
 Menstruationsstörungen, Röntgenbehandlung 344.
 Mesenterialdrüsen, verkalkte 71.
 — — und Nierenaufnahmen 206.
 Mesenterialdrüsentuberkulose 323.
 — Röntgentherapie 400.

Mesenterialtumoren und Magenform 64.
 Messung der Röntgenstrahlen 252.
 Metakarpalknochen, Fehlerquellen an den 37.
 Metallnetz von Köhler 238.
 Metatarsalbrüche 20.
 Meteorismus und Magenform 59.
 Metropathia haemorrhagica, Röntgentherapie 342.
 Metropathien, Radiumbehandlung klimakterischer 462.
 Migräne bei Frauen, Röntgentherapie 344.
 Mikrosporie der Kinder, Röntgenbehandlung 389.
 Miliarkarzinose 146.
 Miliartuberkulose der Lunge 145ff.
 Milium, Röntgenbehandlung 376.
 Milliampèremeter als Gefahrenquelle für Konstanthaltung im Sekundärstrom 257.
 Milzbestrahlung bei Uterusblutungen 343.
 Milzimpression auf den Magen 60.
 Milztumor und Kolon 115.
 Mitralinsuffizienz, Herzschatten bei 191.
 Möller-Barlowsche Krankheit 30, 218.
 Molluscum contagiosum, Röntgenbehandlung 376.
 Mondbein, Luxationen 21.
 — traumatische Malakie 20.
 Mondfischform des Magens 82.
 Muskeln, spezifische Röntgendosis der 240.
 Mykosis fungoides, Röntgentherapie 391.
 Myodegeneration des Herzens 191, 192.
 Myokarditisherz 174.
 Myome der Haut, Röntgentherapie 376, 391.
 — des Uterus 217.
 — — — Radiumtherapie 462.
 — — — Röntgentherapie 346, 349.
 Myositis ossificans, traumatische 26.
 Myxome der Haut, Röntgentherapie 376.

N

Nachbehandlung nach Röntgentherapie 298.
 Nadeln, verschluckte 215.
 Nadelschalter 256.
 Nagelerkrankungen, Röntgentherapie 391.
 Nasennebenhöhlen 219.
 Nasenrachenraum, Radiumtherapie 455.
 Nasentumoren, Radiumtherapie 455.
 Nävi, Radiumbehandlung 463.
 — Röntgentherapie 377, 391.
 Nebennieren, Strahlenempfindlichkeit 322, 341.
 Nekrosedosis bei Röntgenstrahlen 240.
 Nephritis, Kugelherz bei 191.
 Nervenkrankheiten, Röntgentherapie 416.
 Netzspannungsregler 253.
 Netzspannungsschwankungen 253.
 Netztumoren und Magenform 64.
 Neugeborenes, totes, hat es geatmet? 218.

Neuralgien, Lichtbehandlung 421.
 — Röntgentherapie 417.
 Neurodermitis chron. circumscripta, Röntgentherapie 391.
 Neurofibromatose, Röntgentherapie 376, 391.
 Neurome, Röntgentherapie 417.
 Niere, Füllungsbilder der Hohlräume 210.
 — Strahlenempfindlichkeit 322.
 — spezifische Strahlendosis 240.
 Nierenatrophie 210.
 Nierenschatten 15.
 Nierenschrumpfung 210.
 Nierensteine 200ff.
 Nierentumoren 210.
 — und Magenform 60.
 Nischen des Magens 69ff.
 — bei Ulcus duodeni 92, 97, 99.
 Nüchternsekret des Magens 55, 56.

O

Oberflächenwirkungs-dosis 247.
 Oberkiefersarkome 32.
 Oberkiefertumoren, Radiumtherapie 456.
 Oberschlüsselbeingrube, Drüsen in der 135.
 Ödem der Haut als Bestrahlungsfolge 237.
 — Röntgenbehandlung 379.
 Olekranonepiphyse 23.
 Onychosen, Röntgentherapie 391.
 Orthodiagraphie des Herzens 176ff.
 Os radiale externum 36.
 Ösophagus, physiologische Engen 50.
 — Kompression 49.
 — Untersuchungstechnik 43.
 Ösophagusdilatation 51.
 Ösophagusdivertikel 43ff.
 Ösophaguskarzinom 43ff.
 Ösophagusstenosen 48ff.
 Ösophagustumoren, Radiumtherapie 454.
 Ossifikationsstörungen beim Kinde 218.
 Osteochondritis deformans juvenilis 30.
 Osteomalakie, Röntgentherapie 344.
 Osteomyelitis acuta 26.
 — chronica 28.
 Otitis fibrosa 31.
 Ovarialkarzinome, Röntgentherapie 359.

P

Pagetsche Krankheit, Röntgentherapie 391.
 Panaritien der Finger 37.
 Pankreas, Kalk im 71.
 — Strahlenempfindlichkeit 322.
 Pankreastumoren und Magenform 62.
 Panzerherz 189.
 Parallelfunktenstrecke 254.
 Parotis, Bestrahlung der 315.
 Parotistumoren, Radiumbehandlung 452.
 Patella bipartita 24.
 Patellashatten 39.

Pektoralisschatten und Lungenbild 134.
 Peniskarzinome, Radiumbehandlung 456.
 Peribronchitis 137.
 Pericarditis exsudativa 165, 175, 190, 191.
 Pericholezystitis 99, 104.
 Periduodenitis 92.
 Perigastritis 85.
 Perikard, Verkalkung 189.
 Periostitis 27; 28.
 Peristaltikwellen und Magennischen 73.
 Peritonitis tuberculosa, Lichttherapie 421, 430.
 — Röntgentherapie 361, 400.
 Perniones, Lichttherapie 437.
 — Röntgentherapie 378, 390.
 Perthesche Krankheit 30.
 Pes valgus 40.
 Pharynx-tumoren, Radiumtherapie 454.
 Phlebitis 189.
 Phlebolithen in den Beckenvenen 217.
 — und Nierenschatten 206.
 Pigmentierungen der Haut als Bestrahlungsfolge 237.
 Pityriasis rubra pilaris, Röntgenbehandlung 376.
 — seborrhoica capitis, Röntgentherapie 391.
 Pleuritis diaphragmatica 162.
 — exsudativa 148, 158.
 — Spitzen- 142.
 Pleuritische Verwachsungen und Herzbild 188.
 Pneumokoniosen und Lungenbild 146.
 Pneumonie, Broncho- 144, 156.
 — durch Bestrahlungen der Brusthöhle 318.
 — chronische 156, 158.
 — Grippe- 137, 138, 144, 145, 156.
 — käsige 145, 146, 158.
 — kruppöse 145, 155, 158.
 — oder Pleuraexsudat 148.
 Pneumoperitoneum 210, 218.
 Pneumoröntgenographie 210, 212.
 Pneumothorax 147.
 Polyzythämie, Röntgentherapie 411.
 Processus styloideus radii, Frakturen 20.
 — coron. ulnae, Verletzungen 20, 35.
 Prostatakarzinom, Radiumtherapie 456.
 Prurigo, Röntgentherapie 391.
 Pruritus cutaneus, Röntgentherapie 379, 391.
 — vulvae, Röntgentherapie 362.
 Pseudarthrosen 26.
 Pseudoepiphyse 23.
 Pseudoleukämie 229.
 — und Lungenbild 146.
 — Röntgentherapie 410.
 Pseudonischen des Magens 69.
 Pseudosanduhrmagen 65ff.
 Psoriasis, Lichtbehandlung 422, 435.

Psoriasis, Röntgenbehandlung 376, 392.
 — Röntgenempfindlichkeit bei 241.
 Ptosis des Magens 55.
 Pulmonalbogen, Erweiterung 140.
 Pyelitis 212.
 Pyelographie 210.
 Pylorospasmus 100.
 Pylorus, Erkennung des 94.
 Pylorusband 94.
 Pylorusinsuffizienz 94, 100.
 Pyloruskarzinom 70, 88.
 Pyloruspalt 97.
 Pylorusstenose 55.
 Pyonephrose 210.

Q

Quadratgesetz vom Divergenzverlust 245.
 Quantimeterstreifen von Kienboeck 258, 261.
 Quarzlichtbehandlung 424, 425, 433.
 Quecksilberdepots in der Haut und Lungenbild 135.
 Quecksilberquarzlichtbehandlung 424, 425, 433.

R

Rachitis 30, 218.
 — Lichttherapie 421ff., 433, 435.
 Radioplastin 282.
 Radioulnargelenk 36.
 — Zerreißung des distalen 23.
 Radium, Wirkungen 445.
 — Dosierung 446.
 — Applikationsformen 449.
 — Indikationen 449.
 Radium-Röntgenbehandlung der Uteruskarzinome 358.
 Radiusfrakturen 36.
 Radiusköpfchen, Frakturen 20.
 v. Recklinghausensche Krankheit 31.
 Regenerierautomat von Wintz 255.
 — von Schreus 255.
 Reizdosis der Röntgenstrahlen 236, 240.
 Rektumkarzinom 110, 280.
 — Radiumbehandlung 454.
 Relaxatio diaphragmatica 162, 164.
 Rheumatismen, Lichtbehandlung 421.
 Rhinophyma, Röntgentherapie 392.
 Rhinosklerom, Röntgentherapie 392.
 Rima ani, Bestrahlung der 282.
 Rippen, Fehlerquellen an den 34.
 — Impressionen auf den Magen 57.
 — Kalkdepots an den — und Nierenschatten 206.
 Rippenfrakturen 20.
 Rippenknorpelverkalkungen und Lungenbild 134.
 Rippenschatten bei der Lungenaufnahme 134, 142.

Röntgendosierung 227ff.
 — zeitliche Verteilung 228.
 — verzettelte Dosen 230.
 — Bemessung der Erholungspausen 233.
 — Wirkungs-dosis 235, 239, 250, 267.
 — Unter- und Überdosierung 235.
 — Reizdosis 236, 240.
 — spezifische Gewebsdosen 239.
 — Reizdosis, Entzündungsdosis, Tötungsdosis 240.
 — Toleranzdosis 240.
 — Sekundärstrahler 243.
 — Einfluß des Quadratgesetzes vom Divergenzverlust 245.
 — örtliche Verteilung 247
 — Tiefendosis 250, 265ff.
 — homogene Verteilung der Dosis im ganzen erkrankten Gebiete 268.
 — Kreuzfeuer- 268, 271ff.
 Röntgendosismesser, Siemens- 258, 265.
 Röntgenenergie, isolierte Messung der ausstrahlenden 262.
 Röntgenkachexie 342.
 Röntgenkastration 273ff., 287, 342ff.
 Röntgenkater 229, 284, 341.
 Röntgenleukozytose 229.
 Röntgenschädigungen, allgemeine, s. Röntgenkater und Blut.
 — lokale, 132, 224, 225, 237, 248, 338.
 — des Darmes und der Blase 273, 286, 287, 340, 341.
 — s. auch Ulzera.
 Röntgenskala von Freund und Valentin 264.
 Röntgenspätschädigungen 233.
 Röntgenstrahlen, Gefahren der abirrenden 292.
 — Schutz des Patienten gegen abirrende 292ff.
 — Absorption im Gewebe 274.
 — Doppelbestrahlungen 231.
 — Dosierung 227ff.
 — Einstelltechnik 288ff.
 — Empfindlichkeit der verschiedenen Gewebe 239.
 — Filtrierung 247.
 — Frühreaktion 229.
 — Giftwirkung 224.
 — Idiosynkrasie gegen 225.
 — Latenzzeit der 227.
 — Messung 252.
 — Berechnung der Tiefenwirkung 250.
 — Wirkungs-dosis 235.
 — Steigerung der Wirkung 242.
 — Unter- und Überdosierung 235.
 Röntgentherapie in der Chirurgie 313ff.
 — gynäkologischer Erkrankungen 337ff.
 — der Hautkrankheiten 367ff.
 — innerer Krankheiten 395.

Röntgenwertheim 273, 279, 286.
 Rosacea, Lichttherapie 437.
 — Röntgentherapie 392.
 Rosenkranz, rachitischer, u. Lungenbild 134.
 Rotlichtbehandlung 424.
 Rotz der Lungen 144.
 Ruhr, Kolon 117.

S

Sabouraud-Noirés Bariumplatinzyanür-tablette 258, 260.
 Sanduhrmagen 65ff., 81.
 Sarkoide, Boecksche, Lichttherapie 436.
 Sarkome der Haut, Röntgentherapie 377, 392.
 — der Knochen 31.
 — der Lungen 160.
 — des Uterus 346, 361.
 Schädel, Bestrahlung 314.
 Schädelbasisbrüche 20.
 Schädelbilder, Fehlerquellen bei 33.
 Schädelgeschüsse 216.
 Schädeltumoren, Röntgenbehandlung 314, 315.
 Schatten, extrathorakale 134.
 Schenkelhals, Täuschungen am 39.
 Schenkelhalsbrüche, subkapitale 20.
 Schildknorpel 34.
 Schlattersche Fraktur 20.
 Schlüsselbeine, Fehlerquellen an den 34.
 Schlüsselbeinbrüche 20, 25.
 Schlüsselbeinluxation 21.
 Schulterblattbrüche 20.
 Schulterblattschatten und Lungenbild 134, 142.
 Schultergelenkspalt 35.
 Schwangerschaft, Bestrahlungen des Uterus bei bestehender 347.
 Schweißdrüsenabszesse, Röntgentherapie 378, 392.
 Schweiß s. Hyperidrosis.
 Schwielen, Röntgenbehandlung 376.
 Seborrhoe, Röntgenbehandlung 375, 392.
 Sekundärspannung, Beurteilung der 254.
 Sekundärspannungsschwankungen 253ff.
 Sekundärstrahler 243.
 Siemens Röntgendosismesser 258, 265.
 Sigma, übermäßige Schlingenbildung 106.
 Siphonform des Magens 54.
 Skapula, Fehlerquellen an der 35.
 Skelettstücke, akzessorische 23.
 Skoliosen und Herzbefund 186, 187.
 Skolioseschatten und Lungenbild 143.
 Sonnenbäder 423.
 — Technik 428.
 — Dauer- 431.
 — Kombination mit Quarzlichtbädern 434.
 Spaltbildungen in Knochen und Gelenken 24, 35.

Spannungshärtemesser 254.
 Spannungsschwankungen des primären Starkstromnetzes 252.
 Spasmus des Kolons 107ff., 112ff.
 — am Magen 79.
 Spätschädigungen der Röntgenstrahlen 233.
 Spitzenpleuritis 142.
 Spitzentuberkulose s. Lungenspitzentuberk.
 Spitzenwirkung an Sekundärleitungen 257.
 Spondylitis deformans 20.
 Starkstromnetz, Spannungsschwankungen des primären 252.
 Steckschüsse im Herzen 191.
 Steine im uropoetischen Apparat 200ff.
 Stenosen des Duodenums 64.
 — des Kolons 105, 106, 107ff.
 — des Ösophagus 48ff.
 — des Pylorus 55.
 Sterilität der Frau, Röntgentherapie 344.
 Stierhornform des Magens 54.
 Stirnhöhlen 219.
 Strahlenkegelüberkreuzungen, gefährliche 287.
 Streptotrichose der Lungen 144.
 Struma, Röntgentherapie der 329.
 — basedowica 230, 236.
 — substernalis 49, 165, 166, 186, 188.
 Subklavia, Aneurysmen der 165.
 Subklaviaschatten und Lungenspitzenbild 136, 142.
 Symphyse 39.
 Syphilis congenita 30, 218.
 — der Lungen 144.
 Syringomyelie, Röntgentherapie 418.

T

Tabes, Röntgenbehandlung 718.
 Tabische Arthropathien 30.
 Technik der Untersuchung der Brustorgane 129.
 — der Duodenumuntersuchung 91.
 — der gynäkologischen Röntgenbehandlung 337.
 — der Röntgentherapie der Hautkrankheiten 370.
 — der Untersuchung von Herz und Gefäßen 173ff.
 — der Kolonuntersuchung 104.
 — der Magenuntersuchung 52, 86.
 — der Ösophagusuntersuchung 43.
 — bei Untersuchung des uropoetischen Systems 197.
 Teleangiektasien als Bestrahlungsfolge 237.
 Tetanie, Lichttherapie 421.
 Tetanus, Lichttherapie 421.
 Thorax, Bestrahlung 317.
 — s. auch Brustwand.
 Thoraxdeformitäten und Herzbild 187.

- Thoraxwandschatten 134.
 Thyoptose 165.
 Thyms, Entzündungsdosis 240.
 — beim Kinde 218.
 Thymushypertrophie 140, 165, 229, 236, 241, 317, 331, 416.
 Tibia, Torsionsbrüche 21.
 Tibiafrühe, subperiostale 20.
 Tibiagelenkkante, Frakturen der hinteren 20.
 Tibiakopf, Verschiebung 38, 39.
 Tiefenwirkungsdosis 250.
 — prozentuale 251.
 Toleranzdosis bei Röntgenstrahlen 240.
 Tonsillarhypertrophie, Röntgentherapie 330.
 Tonsillarkarzinome, Radiumtherapie 454.
 Tonus des Herzens 191.
 — des Magens 89.
 Tötungsdosis bei Röntgenstrahlen 240.
 Tourenzähler 256.
 Trichophytie, Röntgentherapie 389.
 Trichterbrust und Herzbild 187.
 Trichterarmagen 66, 81.
 Trigeminusneuralgie, Röntgentherapie 417.
 Trizepssehne, Kalkablagerungen an der 35.
 Trochanterfrakturen 20.
 Tropfenherz 174.
 Tubercula intercondyloidea, Absprengungen 20.
 Tuberkulose, Lichttherapie 421ff.
 — der Adnexe, Röntgentherapie 362.
 — des Bauchfells, Lichttherapie 421, 430.
 — — — Röntgenbehandlung 361, 400.
 — der Bronchialdrüsen 140.
 — — — Röntgentherapie 399.
 — chirurgische, Lichttherapie 421ff.
 — Röntgentherapie chirurgischer 328.
 — des Darmes, Lichttherapie 421.
 — der Fußwurzel 27.
 — der Haut, Lichttherapie 436.
 — — — Röntgentherapie 375, 392.
 — der Hoden, Lichtbehandlung 430.
 — Tuberkulose des Kolons 117.
 — des Larynx, Lichttherapie 421, 430.
 — der Lungen, Lichttherapie 421.
 — — — Röntgentherapie 401.
 — — — s. auch Lungentuberkulose.
 — der Lymphdrüsen, Röntgentherapie 397.
 — der Mesenterialdrüsen 323.
 — — — Röntgentherapie 400.
 — der Schleimhäute, Röntgentherapie 392.
 — des Uterus, Röntgentherapie 362.
 Tumoren, Bestrahlungsindikationen bei malignen 324ff.
 — zu starke Frühreaktion bei 327.
 — Radiumbehandlung 449ff.
 — der Augenlider, Radiumbehandlung 451.
 — der Blase, Radiumtherapie 456.
 — der Haut, Radiumbehandlung 449.
 Tumoren der Hypophyse, Radiumtherapie 456.
 — — — Röntgenbehandlung 414.
 — der Knochen und Gelenke 31.
 — des Larynx, Radiumtherapie 456.
 — der Lunge 158.
 — Magenform und extraventrikuläre 63ff.
 — der Mamma, Radiumtherapie 460.
 — in Nase und Nasenrachenraum, Radiumbehandlung 455.
 — der Niere 210.
 — des Oberkiefers, Radiumtherapie 456.
 — der Parotis, Radiumbehandlung 452.
 — pseudoleukämische 229.
 — des Uterus, Röntgentherapie 346ff.
 — der Wirbelsäule 166.
 — s. auch die anderen Lokalisationen.
 Tylositas, Röntgenbehandlung 376.
- ### U
- Überdeckungsschichten 267ff.
 Überkreuzungen der Strahlenkegel, gefährliche 287.
 Ulcera cruris, Lichttherapie 437.
 — — Röntgentherapie 378, 392.
 — duodeni 55, 56, 80, 90ff.
 — — Narben nach 99.
 — des Kolons 106, 107, 117.
 — Röntgen- 132, 224, 225, 237, 248.
 — ventric. 56, 69ff., 87.
 Ulkusnischen 69ff., 92, 97, 99.
 Ulnafrakturen 36.
 Ulnaluxationen 36.
 Unterschenkel, Täuschungen am 40.
 Unterschenkelgeschwüre, Lichttherapie 437.
 — Röntgentherapie 378, 392.
 Uretersondenschatten 206.
 Uretersteine 189, 200ff.
 Uterusblutungen, Röntgentherapie 342, 343.
 Uteruskarzinom, Behandlung 280, 286.
 — Radiumtherapie 457.
 — Röntgentherapie 351.
 — kombinierte Röntgen-Radiumbehandlung 358.
 Uterusmyome 217.
 — Kombination mit Karzinom 346.
 — oder -sarkome? 346.
 — und Schwangerschaft 347.
 — Radiumtherapie 462.
 — Röntgentherapie 346, 349.
 Uterussarkome 346, 361.
 Uterustuberkulose, Röntgentherapie 362.
- ### V
- Valvula Bauhini und Appendizitis 115ff.
 Variola, Lichttherapie 422.
 Vena cava superior 186, 188.
 Venen, Erkrankungen der peripheren 189.

Ventilstenosen des Kolons 107.
 Verkalkungen der Aorta 188.
 — der Koronargefäße 189.
 — des Perikards 189.
 — der Rippenknorpel und Lungenbild 134.
 Verknöcherungsanlagen, zerrissen aussehende 23.
 Verletzungen von Knochen und Gelenken 19ff.
 Verrucae, Radiumbehandlung 463.
 — Röntgentherapie 376, 392.
 Verwachsungen des Magens 82.
 — des Ulcus duodeni 99.
 Vierfelderkastrationsmethode 273.
 Visierpappen 289.
 Voltmeter im primären Stromkreis 253.
 Vorderarmknochen, Fehlerquellen an den 36.
 Vorhofbogen, Erweiterung 140.
 Vulvakarzinome, Radiumtherapie 460.
 — Röntgenbehandlung 360.

W

Wachstumsschädigung kindlicher Knochen 329.
 Wachstumsverzögerungen beim Kinde 218.
 Warzen, Radiumbehandlung 463.
 — Röntgentherapie 376, 392.
 Wertheim, Röntgen- 273, 279, 286.
 Wildwerden von Melanomen 377.
 Williamsches Phänomen 162.
 Winkeleinstellung der Strahlenkegelachsen 289.
 Wirbel, Osteomyelitis 27.
 Wirbelerkrankungen und Mediastinum 165.
 Wirbelkörperbrüche 20.
 Wirbelsarkome 32.
 Wirbelsäule, Fehlerquellen an der 34.
 — senile Veränderungen 29.
 — Senkungsabszesse 166.
 — Subluxationen im Bereich der Hals- 22.

Wirbelsäule, Tumoren 64, 166.
 Wirbelsäulenrand und Aortenschattenrand 186.
 Wirbelsäulenverbiegungen und Herzbild 189.

X

Xanthome der Haut, Röntgenbehandlung 376.
 Xeroderma pigmentosum, Lichttherapie 422.

Z

Zahnbilder 219.
 Zähnelung am Magen 85.
 Zahnfleischkarzinome, Radiumbehandlung 454.
 Zehenbrüche 20.
 Zervixkarzinom s. Uteruskarzinom.
 Zinkfilter 248.
 Zungenkarzinom, Radiumbehandlung 452.
 Zwerchfell, verminderte Beweglichkeit 162.
 — Gasansammlung unter dem 162, 164.
 — Hernie 162, 164.
 — Hochdrängung des — und Herzbild 180, 187.
 — Hochstand der rechten Hälfte 162.
 — Hochstand der linken Hälfte 162.
 — doppelseitiger Hochstand 162.
 — Nachhinken der medianen Hälfte 162.
 — wellige Kontur 160.
 — Lähmung 162.
 — Pleuritis 162.
 — Relaxatio 162, 164.
 — ungenügende inspiratorische Senkung 162.
 — Tiefstand beider Hälften 162.
 — verminderte respiratorische Verschieblichkeit 162.
 — einseitig vermehrte inspiratorische Verschieblichkeit 162.
 Zwergwuchs 218.

